

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita

Katarina Pavlić

**MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I  
TEHNOLOŠKIH EKSPLOZIJA  
GRAĐEVINSKIH OBJEKATA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita

Katarina Pavlić

# **MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKIH EKSPLOZIJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2019.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional graduate of Safety and Protection

Katarina Pavlić

# **FIRE PROTECTION MEASURES AND TECHNOLOGICAL EXPLOSION OF CONSTRUCTION OBJECTS**

Final paper

Karlovac, 2019.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Specijalistički diplomski stručni studij Sigurnost i zaštita

Katarina Pavlić

# **MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKIH EKSPLOZIJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.

Karlovac, 2019.

	<b>VELEUČILIŠTE U KARLOVCU</b> Trg J.J. Strossmayera 9 HR - 47000, Karlovac, Croatia Tel. +385 - (0)47 - 843-500 Fax. +385 - (0)47 - 843-503 e-mail: dekanat @ vuka.hr	Klasa: 602-11/18-01/____  Ur.broj: 2133-61-04-18-01	
	<b>ZADATAK ZAVRŠNOG / DIPLOMSKOG RADA</b>	Datum:	

Ime i prezime	KATARINA PAVLIĆ		
OIB / JMBG	21565759301	2408980335077	
Adresa	BANA JOSIPA JELAČIĆA 16C, DUGA RESA		
Tel. / Mob./e-mail	047 801 412	098 9257 650	kpavlic@net.hr
Matični broj studenta	0420417027		
JMBAG	2403007019		
Studij (staviti znak X ispred odgovarajućeg studija)	preddiplomski	X specijalistički diplomski	
Naziv studija	SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ		
Godina upisa	2017.		
Datum podnošenja molbe	26.03.2019.		
Vlastoručni potpis studenta/studentice			

Naslov teme na hrvatskom:  Mjere zaštite od požara i tehnoloških eksplozija građevinskih objekata	
Naslov teme na engleskom:  Measures of fire and technological explosion of construction objects	
Opis zadatka:  <ul style="list-style-type: none"> <li>– općenito o načinu i metodama izrade procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije za građevinske objekte</li> <li>– općenito o planu zaštite od požara i tehnološke eksplozije za građevinske objekte</li> <li>– mjere zaštite od požara i tehnoloških eksplozija građevinskih objekata</li> <li>– procjena ugroženosti, plan zaštite i mjere zaštite od požara i tehnoloških eksplozija za određeni građevinski objekt</li> </ul>	
Mentor: mr.sc. Đorđi Todorovski, dipl.ing.	Predsjednik Ispitnog povjerenstva: dr. sc. Zvonimir Matusinović, dipl.ing.

## PREDGOVOR

Zahvaljujem svom mentoru mr. sc. Đorđiju Todorovskom, dipl. ing. na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći tijekom izrade završnog rada. Također mu zahvaljujem na prenesenom znanju i strpljenju prilikom mojih bezbrojnih upita tijekom studiranja.

Zahvaljujem mr. sc. Damiru Kulišiću, dipl. ing. jer sam uz njegovo vodstvo još više zavoljela požarnu problematiku.

Također zahvaljujem radnim kolegama koji su me podržavali tijekom ovog nevjerojatnog putovanja.

Od srca zahvaljujem svojoj djeci što su imala razumijevanja za moje odsustvo tijekom studiranja kao i bivšem suprugu što je nesebično uskakao u odgoju djece.

## SAŽETAK

Kroz povijest je naučeno da se požari ne mogu u potpunosti ukloniti. Upravo zbog toga dolazi do velikog razvoja zaštite od požara. Različitim zakonima, pravilnicima, normama, odlukama i aktima propisuje se otpornost na požar te drugi zahtjevi koje građevine moraju zadovoljavati u slučaju požara, a u svrhu sprečavanja širenja požara na ostale građevine, smanjenje štete i osiguravanje sigurnosti za čovjeka i ostala živa bića.

Ovim radom se ukazuje na moguće postupke štíćenja građevina propisanim mjerama zaštite od požara. Zbog potrebe za mjerama izrađuje se kompleksna dokumentacija pod nazivom Procjena ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija kojom se utvrđuje razina opasnosti i ugroženosti od požara. Kako bi bila postignuta objektivnost tijekom izrade koriste se numeričke metode koje na temelju brojčanih pokazatelja određuju ugroženost građevine, zajedno sa osobama i sadržajem koji se nalazi u istoj, od požara i tehnološke eksplozije na osnovu čega se predlažu odgovarajuće mjere zaštite.

Ključne riječi: požar, procjena ugroženosti, numeričke metode, mjere zaštite, zaštita od požara.

## SUMMARY

History has taught us that fires can not be completely removed. That is why there is a great deal of development in fire protection. For this reason, the various laws, regulations, norms, decisions and acts prescribe fire resistance and other requirements that buildings must meet in the event of a fire, with the aim of preventing fires spreading to other structures, reducing damage and ensuring safety for humans and other living beings.

This paper shows possible fire protection procedures prescribed by fire protection measures. Due to the need for measures, complex documentation is produced under the heading Fire and Industrial Explosion Estimates, which determines the level of danger and fire threat. In order to achieve objectivity, numerical methods are used which, based on numeric indicators, determine the pertinence of the building, together with the persons and contents in it, of the fire and the technological explosion, on the basis of which appropriate protection measures are proposed.

Key words: fire, threat assessment, numerical methods, protection measures, fire protection.

## SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	1
2. METODE IZRADE PROCJENE UGROŽENOSTI OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE .....	2
2.1. Sadržaj procjene ugroženosti za pravnu osobu .....	3
2.2. Numeričke metode .....	4
2.2.1. Numerička metoda TRVB 100 .....	4
2.2.2. Numerička metoda TRVB 125 .....	7
2.2.3. Numerička metoda TRVB 126 .....	8
2.2.4. Numerička metoda Euroalarm .....	8
2.2.5. Numerička metoda Gretener.....	9
3. PLAN ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE .....	11
3.1. Plan zaštite od požara i tehnološke eksplozije građevinskih objekata.....	11
3.2. Kategorije ugroženosti građevina od požar.....	12
4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE .....	16
4.1. Pasivne i aktivne mjere zaštite od požara .....	17
4.1.1. Požarni sektori.....	19
4.1.2. Zaštita od dima.....	21
4.1.3. Preventivna protupožarna zaštita .....	22
4.1.4. Vatrogasni aparati .....	24



4.1.5. Stabilni sustavi za gašenje požara sa i bez automatskog rada .....	25
4.2. Osposobljavanje pučanstva .....	28
5. PROCJENA UGROŽENOSTI, PLAN ZAŠTITE I MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA POSLOVNI CENTRA HEINZELOVA U ZAGREBU .....	32
5.1. Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije .....	32
5.1.1. Namjena prostora građevine .....	33
5.1.2. Zaposjednutost građevine .....	34
5.1.3. Tehnološki procesi rada i putovi evakuacije .....	35
5.1.4. Količine zapaljivih tvari po požarnim sektorima .....	37
5.1.5. Osnovni podaci o tvarima koje se skladište glede opasnosti od pojave požara .....	38
5.2. Plan zaštite od požara .....	39
5.2.1. Ustroj zaštite od požara i zaštitarske službe .....	39
5.2.2. Mjesto te način primanja dojava požara .....	40
5.2.3. Dojava unutar prostora poslovnog centra .....	40
5.2.4. Dojava požara Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Zagreba .....	41
5.2.5. Obveze u postupanju u sličaju nastanka požara .....	41
5.2.6. Ažuriranje plana zaštite od požara .....	42
5.3. Mjere zaštite od požara .....	43
5.3.1 Elektroinstalacija .....	43
5.3.2. Protupanična rasvjeta .....	44
5.3.3. Gromobranska instalacija .....	44
5.3.4. Unutarnja i vanjska hidrantska mreža .....	44
5.3.5. Sprinkler stanica za automatsko gašenje požara .....	45
5.3.6. Sustav za dojavu požara – vatrodojava .....	48
5.3.7. Protupožarne zaklopke .....	52
5.3.8. Sustav za detekciju zapaljivih plinova i para .....	53
5.3.9. Sustav za odimljavanje stubišta i odvođenje dima i topline .....	55
5.3.10. Sustav za detekciju ugljičnog monoksida .....	55

5.4. Numeričke analize požarne ugroženosti .....	56
5.4.1. Utjecajni faktori korišteni pri proračunu požarne ugroženosti .....	56
5.4.2. Numerička analiza požarne ugroženosti za prostor podzemne garaže .....	58
Numerička metoda Euroalarm. ....	58
Numerička metoda TRVB 100. ....	60
6. ZAKLJUČAK.....	65
7. LITERATURA .....	67
8. PRILOZI .....	69
8.1. Popis simbola (korištenih kratica) .....	69
8.2. Popis slika .....	70
8.3. Popis tablica .....	71

## 1. UVOD

U teoretskom djelu završnog rada pojašnjene su trenutno važeće metode izrade procjene ugroženosti, prikazani su sadržaj plana zaštite od požara i način određivanja potrebnih mjera zaštite od požara i tehnološke eksplozije građevinskih objekata. U drugom eksperimentalnom djelu prikazana je praktična primjena, sve što je sadržano u teorijskom dijelu, na konkretnom objektu. Temeljem dobivenih rezultata procjene ugroženosti određuju se takozvane preventivne mjere te mjere za učinkovito gašenje. Na temelju tako napravljene dokumentacije stvara se plan zaštite od požara kojim se uređuje način postupanja vatrogasnih postrojbi odnosno dobrovoljnih vatrogasnih društava te njihova područja djelovanja i odgovornosti. Navedena tema je vrlo opširna te zbog količine podataka koja bi trebala biti obrađena biti će posvećena pažnja na pojedine dijelove kako bi se imao kvalitetan uvid izradu tako kompleksnih i važnih dokumenata.

### 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada su građevinski objekti za koje se utvrđuju postupak, sadržaj i način izrade procjene ugroženosti te na temelju važećih propisa sadržaj i izrada plana zaštite od požara i tehnološke eksplozije za građevinske objekte. Temeljem dobivenih rezultata procjene ugroženosti određuju se mjere za sprečavanje nastanka i širenja požara, što predstavlja cilj ovog završnog rada.

### 1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Korištena je stručna literatura, internet stranice, prikupljeni su podaci o tvrtci koja je odabrani građevinski objekt u eksperimentalnom dijelu ovoga rada kao i materijali dobiveni tijekom studiranja. Korišteni su projektna dokumentacija, lokacijska dozvola, potvrda glavnog projektanta te izmjene i dopune glavnog projektanta. Izvršenje takvog projekta nije moguće bez terenskog rada koji obuhvaća vizualni pregled objekta i njegove okoline kao i zapisi ispitivanja bez kojih nije moguće izvršiti zadatak sa pozitivnim ishodom, u čemu sam i osobno sudjelovala.

## 2. METODE IZRADE PROCJENE UGROŽENOSTI OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE

Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije koristi se kao vodič za izradu dokumentacije. Utvrđuje se način izrade i primjene metoda kod izrade procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije za građevine, građevinske dijelove i otvorene prostore u vlasništvu ili na korištenju pravne osobe te za područje općine, grada, kotara, Grada Zagreba i županije. Temeljem procjene ugroženosti određuju se mjere za sprečavanje nastanka i širenja požara (preventivne mjere) te mjere za učinkovito gašenje, koje proizlaze iz činjeničnih posebnosti predmetne procjene ugroženosti.

Pojmovi kojima je potrebno baratati kako bi rad bio razumljiv su sljedeći: [1]

"Procjena ugroženosti" je postupak utvrđivanja razine ugroženosti od požara i/ili tehnološke eksplozije i zaštitnih mjera.

"Građevina" je građevinski objekt na određenoj lokaciji koji se sastoji od građevinskog dijela i ugrađene opreme koji zajedno čine tehničko-tehnološku cjelinu.

"Požarni sektor" je osnovna prostorna jedinica dijela građevine, koja se samostalno tretira glede tehničkih i organizacijskih mjera zaštite od požara, a odijeljen je od ostalih dijelova građevine konstrukcijama otpornim na požar.

"Numeričke metode" su u svijetu razvijene i poznate metode koje temeljem brojčanih pokazatelja određuju ugroženost građevine ili prostora od požara i/ili tehnološke eksplozije.

Temeljni elementi procjene ugroženosti sastoje se od: [2]

- procjene postojećeg stanja
- numeričke analize požarne ugroženosti nekom od metoda (TRVB 100, Euroalarm, Gretner, DOW Indeks i dr.)
- stručnog mišljenja o postojećem stanju,
- ustroja službe zaštite od požara i profesionalnih i/ili dobrovoljnih vatrogasaca
- prijedlog mjera, zaključak i grafički prilozi.

Sadržaj procjene ugroženosti se razlikuje radi li se za pravnu osobu, za područja općine i grada, ili područja kotara, Grada Zagreba i županije. Uzevši u obzir da se tema završnog rada odnosi na građevinske objekte biti će obrađen samo sadržaj procjene ugroženosti za pravne osobe.

## **2.1. Sadržaj procjene ugroženosti za pravnu osobu**

Prikaz postojećeg stanja građevine pravne osobe obuhvaća sljedeće podatke: [1]

- površinu, broj zaposlenih osoba, broj i naziv građevina
- vrste tehnologija po građevinama
- količine tvari po proizvodnim i skladišnim građevinama
- brojnost osoba po građevinama
- osnovne podatke o tvarima koje se nalaze u tehnološkom procesu glede opasnosti za nastajanje i širenje požara
- pregled skladišta zapaljivih tekućina, plinova i drugih tvari glede količina i vrsta
- pregled opasnih zona glede ugroženosti od nastajanja tehnološke eksplozije
- pouzdanost sustava za zagrijavanje prostora ili pripremu tehnološke pare, vode ili drugog medija glede opasnosti za nastajanje i širenje požara
- pouzdanost i vrijeme eksploatacije tehnološkog postrojenja i građevina
- stanje građevinskog dijela građevine i izolacijskog materijala
- pregled požarnih sektora po građevinama
- pregled internih prometnica i pristupa za vatrogasna vozila
- razvodi plina, zapaljivih tekućina, vodovoda, hidrantske mreže i sustava za dojavu i gašenje požara
- stanje vodoopskrbe
- situacijski raspored građevina, internih i vanjskih prometnica
- etažnost građevina, ustroj vatrogasne službe i udaljenost profesionalnih vatrogasnih postrojba

- nacrt energetike sa glavnim ventilima
- pregled sustava telefonskih i radio veza, pregled fizičko-tehničke zaštite
- pregled zaliha izvora za opskrbu vodom za gašenje požara
- raspored i smještaj opreme za gašenje
- broj profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasnih postrojbi i djelatnika stručno osposobljenih za gašenje požara
- požarno opterećenje po građevinama
- stanje službe za pružanje prve pomoći
- pregled registriranih požara s uzrocima nastajanja u proteklih deset godina.

## **2.2. Numeričke metode**

Procjenom ugroženosti od požara utvrđuje se razina opasnosti i ugroženosti od požara na temelju koje se određuju potrebne mjere zaštite (mjere sprječavanja nastanka i širenja požara, te mjere za uspješno gašenje požara).

Da bi procjena bila što objektivnija, za njezinu se izradu primjenjuju numeričke metode. Numeričkom metodom se na temelju brojčanih pokazatelja, dobivenih objektivnom prosudbom požarne opasnosti, određuje ugroženost građevine (zajedno s osobama i sadržajem koji se u njoj nalazi) od požara i/ili tehnološke eksplozije, te se predlažu odgovarajuće mjere zaštite.

Mjere zaštite određuju se u skladu sa stupnjem ugroženosti osoba i imovine.

Numeričke metode koje su računsko dokazivanje požarnog rizika uvelike primjenjuju i osiguravatelji protiv požara pri određivanju premije osiguranja. Što je veći nesklad između požarne ugroženosti i provedenih mjera zaštite od požara, to je i rizik veći, a time i premije osiguranja. Vlasnik ili korisnik građevine mora stoga odlučiti hoće li plaćati veliku premiju osiguranja ili će sredstva uložiti za provedbu odgovarajućih mjera zaštite od požara. [3]

### **2.2.1. Numerička metoda TRVB 100**

Numerička metoda TRVB 100 često se primjenjuje i može se reći da je najraširenija numerička metoda kod nas. Izdanje tehničke smjernice TRVB 100 od listopada 1975,

godine koje je bilo stručno prevedeno, zamijenjeno je novim izdanjem od 1987. godine. Stručne osobe i timovi koji se bave izradom procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije još i danas se koriste prijevodom izdanja iz 1975. godine ili sami prevode austrijske tehničke smjernice iz 1987. godine. Zbog osjetljivosti definiranje nekih pojmova i podataka mogu se pojaviti pogreške i značajno utjecati na krajnji rezultat numeričke metode i same procjene ugroženosti. Stoga je napisan priručnik Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara s obrazloženjima. [3]

TRVB 100 se primjenjuje u slučajevima kada potrebne mjere zaštite od požara nisu još jasno definirane zakonskim ili kojim drugim odredbama, i u kojima one nisu potpuno provedene.

Preduvjeti za primjenu TRVB 100 su:

- da je izvedena odnosno da će se izvesti zaštita od požara (ZOP) prostora (pogona) prema TRVB O 119-121, što bi značilo da je organizirana ZOP u proizvodnji, da se provodi unutarnja kontrola ZOP i da je izrađen plan ZOP
- da početno i daljnje gašenje odgovara smjernicama TRVB F 124. Pod početnim gašenjem požara smatra se gašenje tek nastalog požara
- da su osigurane dovoljne količine vode za gašenje požara, to znači po jednom navalnom vozilu 500 l/min, odnosno učinak gašenja sa dva "C" mlaza
- da građevinska izvedba požarnih sektora odgovara zakonskim odredbama.

Postupak izračunavanja temelji se na utvrđivanju požarnih sektora, odnosno kod postojećih građevina na prethodnom snimanju postojećeg stanja i podjeli građevine na požarne sektora. Nakon toga je potrebno odrediti numeričku vrijednost  $S_xF$  ovisno o tome postoji li ili ne postoji sustav za odvođenje dima i topline nastalih u požaru (skraćeno ODT - sustav). Nakon toga određuje se klasa vatrootpornosti građevine. Definirane klase vatrootpornosti su: <F 30, F 30, F 60 i F 90.

Određivanje vatrootpornosti građevine temelji se na austrijskim normama. Važeća hrvatska norma je HRN.U.J1.240 za utvrđivanje stupnja otpornosti građevine na požar. Međutim, nije potpuno identična austrijskoj metodi te prema njoj se može pretpostaviti da klasa vatrootpornosti: [3]

< F 30 približno odgovara I. stupnju – bez otpornosti

F 30 približno odgovara II. stupnju – mala otpornost

F 60 približno odgovara III. stupnju – srednja otpornost

F 90 približno odgovara IV. i V. stupnju – veća i velika otpornost.

Dijagrami „Mjere zaštite od požara kod klasa vatrootpornosti“ pokazuju najmanje potrebne mjere zaštite od požara za pojedine klase vatrootpornosti nosivih i/ili

Smanjenjem površine požarnog sektora, povećanjem klase vatrootpornosti nosivih i/ili pregradnih građevnih dijelova ili opet kombinacijom tih dviju mjera dobivaju se druge jednakovrijedne mjere zaštite od požara. [3]

6.3.4		Mjere zaštite od požara za pojedine klase vatrootpornosti												F90	
S . F														9.6	
9		<p>Mjere zaštite od požara:</p> <p><b>S 1 :</b> Za vrijeme radnog vremena trenutno pripravna vatrogasna postrojba u gospodarstvu</p> <p><b>S 2 :</b> Vatrogasna postrojba u gospodarstvu sa stalnom dežurnom službom</p> <p><b>S 3 :</b> Automatski vatrodojavni sustav bez automatskog prosljeđivanja alarma</p> <p><b>S 4 :</b> Automatski vatrodojavni sustav s automatskim prosljeđivanjem alarma</p> <p><b>S 5 :</b> Sprinkler uređaj u skladu s TRVB S 127</p>												7.4	
8															
7															
6														6.5	
5														6.3	
4														5.8	
3														5.6	
2														5.2	
1														5.0	
														4.2	
														4.1	
														3.5	
														3.4	
														3.2	
														2.9	
														2.5	
														1.80	
		Kod vrijednosti umnoška S x F ispod 1,80 prema TRVB A 100 nisu potrebne mjere zaštite od požara.													
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	
														S 5	
														S 4	
														S 3	
														S 2	
														S 1	

Sl. 1. Mjere zaštite od požara za pojedine klase vatrootpornosti [3]



### 2.2.2. Numerička metoda TRVB 125

U požaru se oslobađaju dim i toplina, koji se u zatvorenoj prostoriji dižu iznad površine zahvaćene požarom sve do stropa, odnosno krova i tamo se nastavljaju širiti. Brzo zadimljenje može otežati ili potpuno spriječiti provođenje evakuacije. U jako zadimljenim prostorijama otežano je kretanje i orijentacija vatrogasaca. Teško je pronaći mjesto nastanka požara i uočiti opasna mjesta zbog znatnog smanjenja vidljivosti. Osobe zarobljene požarom također je teško pronaći. Dim i požarni plinovi mogu vrlo nepovoljno djelovati na sadržaj građevine, poglavito ako je riječ o tvarima i predmetima osjetljivim na dim. Vrući požarni plinovi ispod krova mogu pospješiti širenje požara. Svrha navedene tehničke smjernice je da se utvrde zahtjevi za postavljanje sustava za odvođenje dima i topline nastalih u požaru.

Podobnost sustava za odvođenje dima i topline nastalih u požaru kao mjere ZOP: [3]

- ako je prostorija viša od 4,0 m i ako je tlocrtna površina veća od 800 m<sup>2</sup>
- ako se radi o prostorijama kod kojih je strop ujedno i krov
- ako se može očekivati da požar u početnoj fazi u određenom vremenu ostaje ograničen na određenoj tlocrtnoj površini
- ako će širenje požara uslijediti prije svega zbog većih požarnih plinova ispod krova
- ako su nosivi konstrukcijski dijelovi, uključujući i donji sloj pokrova, od negorivih građevnih materijala klase A ili ako odgovaraju barem klasi vatrootpornosti F30.

Dimenzioniranje sustava za odvođenje dima i topline nastalih u požaru provodi se tako da se izračuna efektivna površina sustava za odvođenje dima i topline nastalih u požaru koja ovisi o: [3]

- računskoj visini (visinska razlika između gornje kote poda prostorije i središta otvora za odvođenje)
- visini bezdimne zone koja ne smije biti ispod polovice računske visine (visinska razlika između gornje kote poda prostorije i donje kote dimne zavjese)
- namjeni prostorije (pojedinačne namjene sažete su u skupinama od 1 do 4 prema pretpostavljenim požarnim površinama u tehničkoj smjernici TRVB 126).

### 2.2.3. Numerička metoda TRVB 126

TRVB 126 je tehnička smjernica za preventivnu ZOP koja sadrži požarno-tehničke značajke za različite namjene, skladištenja i robu. Te su značajke potkrepljene proračunima kojima su prethodili opsežni istraživački radovi. Svrha navedene numeričke metode jest da na jednom mjestu sažme sve potrebne karakteristične veličine za: [3]

- numeričku metodu TRVB 100
- utvrđivanje potrebnih sredstava za početno i daljinsko gašenje, TRVB 124
- određivanje potrebnih karakteristika veličina za sustave za odvođenje dima i topline nastalih u požaru, TRVB 125
- određivanje potrebnih karakteristika veličina za sprinkler uređaje, TRVB 127.

### 2.2.4. Numerička metoda Euroalarm

Primjenom Euroalarmove metode određuju se dva parametra: požarni rizik konstrukcije objekta i požarni rizik sadržaja objekta. Požarni rizik konstrukcije objekta ovisi od mogućeg intenziteta i vremena trajanja požara, kao i konstruktivnih karakteristika nosivih elemenata objekta. Elementi koji se moraju uvrstiti u proračun su:

- požarni rizik konstrukcije objekta
- koeficijent pokretnog požarnog opterećenja
- koeficijent sagorljivosti sadržaja objekta
- koeficijent nepokretnog požarnog opterećenja
- koeficijent veličine i položaja požarnog sektora
- koeficijent kašnjenja početkom gašenja
- koeficijent širine požarnog sektora
- koeficijent vatrootpornosti konstrukcije
- koeficijent smanjenja požarnog rizika.

Svi koeficijenti se određuju odgovarajućim procedurama. [4]

Požarni rizik sadržaja objekta (opasnost za ljude, opremu, namještaj, uskladištenu robu i sl.) izračunava se na osnovu podataka: [4]

- koeficijent opasnosti po ljude
- koeficijent rizika imovine
- koeficijent djelovanja dima
- požarni rizik sadržaja objekta.

Svi koeficijenti se određuju odgovarajućim procedurama.

Na osnovu dobivenih rezultata donosi se odluka o neophodnosti primjene nekih od preventivnih mjera zaštite od požara. Euroalarm razmatra dvije mjere: [4]

- ugradnja automatskog stabilnog sustava za gašenje požara
- ugradnju automatskog stabilnog sustava za dojavu požara.

#### 2.2.5. Numerička metoda Gretener

Gretener je primjenjiva na velikom broju građevina (muzeji, bolnice, zgrade, prodavaonice, upravne zgrade, skladišta i dr.). Provjerom metode kroz desetogodišnje razdoblje dobivene su potvrde o preciznosti i pouzdanosti rezultata u određivanju sigurnosti građevina od požara. U razdoblju od 1985. do 1995. provedena je analiza 67 najvećih požara te je postavljena granica sigurnosti gubitaka vrijednosti u odnosu na faktore zaštite od požara. Faktor sigurnosti objekta je 1, a korektivni faktor 1,3, ali pod uvjetom da su se poštovale sve zakonske i tehničke mjere, da građevina ima određenu vatrootpornost te da je broj ljudi koji borave u tom prostoru primjeren namjeni prostora. Metoda izračuna požarnog rizika Gretener može se primijeniti na sve zgrade kao i na požarne odjeljke te daje procjenu ukupnog rizika požara, i to s vrijednošću koja pokazuje je li rizik prihvatljiv ili nije. U slučaju neprihvatljiva rizika metoda nameće neizbježnu obvezu ponovnog izračuna, i to u odnosu na nove sigurnosne mjere, kako bi se prilagodbom smanjio rizik. Metoda se temelji na usporedbi stvarnog i potencijalnog rizika i prihvatljivog odnosno učinkovitog sustava zaštite od požara na dopuštenim, prihvatljivim vrijednostima potencijalnog

rizika. Sigurnost od požara dovoljna je tako dugo dok stvarno izlaganje ne prelazi prihvaćeni rizik. [5]

Svakom utjecajnom faktoru dane su bezdimenzionalne brojčane vrijednosti. Njihova veličina određena je na temelju rezultata znanstvenih ispitivanja i statistike o požarima te na praktičnim iskustvima i postojećim pravilima tehnike zaštite od požara. Metoda obuhvaća više od 40 utjecajnih faktora izraženih umnoškom širenja vatre koja daje procjenu slučajnog požara i opasnosti od požara koja daje razmjere štete. Time dobivamo rizik od požara. [5]

### 3. PLAN ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE

#### 3.1. Plan zaštite od požara i tehnološke eksplozije građevinskih objekata

Pravilnik o planu zaštite od požara koristi se kao vodič za izradu dokumentacije. Propisuju se uvjeti i način izrade te sadržaj plana ZOP za područje županija, grada i općine te za **građevine, građevinske dijelove** i druge nekretnine te prostore razvrstane u prvu (I.) i drugu (II.) kategoriju ugroženosti od požara. Plan se sastoji od tekstualnog i grafičkog dijela. Člankom 17. Pravilnika opisano je detaljno što plan sadrži i to: [6]

- naziv mjesta te način primanja dojave požara
- obaveze u postupanju, zapovijedanju i ovlastima sudionika u gašenju požara u primanju obavijesti o požaru i daljnjem ustroju akcije gašenja
- način uključivanja službe za pružanje prve medicinske pomoći
- brojčano stanje vlastitih postrojbi za gašenje požara te cjelokupan ustroj gašenja kada se u akciju gašenja uključuju vanjske profesionalne i dobrovoljne vatrogasne postrojbe
- slučajeve i načine pozivanja i uključivanja distributera energenata u intervenciju
- naziv građevina ili drugih nekretnina na kojima se požar gasi u nazočnosti odgovorne ili stručne osobe u toj građevini ili drugoj nekretnini zbog posebnosti tehnološkog postupka
- naziv građevina i drugih nekretnina u kojima se može očekivati eksplozija u požaru
- naziv građevina i drugih nekretnina u kojima se nalaze izvori radioaktivnog i drugog opasnog, kao i otrovnog materijala i tvari te postupci koji se poduzimaju u slučaju požara
- naziv radnih mjesta i lokacije na kojima su smješteni ključevi prostora ili prostorija u kojima se nalaze mjesta za prekid dovoda energenata u građevinu
- razrađen radio i telefonski sustav za povezivanje svih sudionika koji sudjeluju na gašenju požara.

Grafički dio plana za I. i II. kategoriju ugroženosti od požara sadrži podatke o vrsti i količini zapaljivih tekućina i plinova te otrovnih radioaktivnih i eksplozivnih tvari, kao i sljedeće:

- nacrt građevine, građevinskog dijela ili druge nekretnine te prostora

- oznake građevine, građevinskog dijela ili druge nekretnine te prostora
- oznake broja katova i prolaza
- oznake površina koje nisu uporabljive za vatrogasna vozila
- oznake površina za vatrogasne pristupe
- oznake graničnih i susjednih ulica, građevina i drugih nekretnina te njihova namjena
- oznake vanjskih i uličnih hidranata
- tlocrt prizemlja i raspored prostorija s naznačenom namjenom
- oznaku protupožarnih pregradnih zidova
- oznake vatrogasnih pristupa
- oznake otvora u stropovima i zidovima
- oznake stubišnih prostora sa smjerom silaženja pristupa katovima
- oznake putova za intervenciju i putova za spašavanje
- oznake mjesta za prolaz dima i topline
- oznake usponskih hidrantskih vodovoda (suhih/mokrih)
- oznake stabilnih ili pokretnih uređaja za gašenje s podacima o vrsti, količini sredstva za gašenje i položaju stabilnih instalacija za dojavu i gašenje požara.

### **3.2. Kategorije ugroženosti građevina od požara**

Pravilnikom o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara određuju se uvjeti, osnove i kriteriji za razvrstavanje građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara i najmanji broj vatrogasaca u vatrogasnoj postrojbi te djelatnika zaduženih za poslove ZOP koje moraju imati pravne osobe vlasnici odnosno korisnici građevina ili prostora razvrstanih u prvu (I) i drugu (II) kategoriju ugroženosti. [7]

U skladu s ovim Pravilnikom, vlasnici odnosno korisnici građevina ili prostora obvezni su sljedeće:

- za I. kategoriju (8 skupina: Ia do Ih) požarne ugroženosti:
  - organizirati službu ZOP-a - VP (JVP i/ili DVD) i odgovarajući broj djelatnika za unutarnju kontrolu
  - izraditi plan ZOP-a na temelju požarne ugroženosti i donijeti opći akt iz ZOP-a
- za II. kategoriju (IIa i IIb) požarne ugroženosti:
  - imati stalno vatrogasno dežurstvo sa VP i djelatnika za unutarnju kontrolu
  - izraditi plan ZOP-a na temelju p/u i donijeti opći akt iz ZOP-a
- za III. kategoriju požarne ugroženosti:
  - imati osobu zaduženu za organizaciju i provedbu mjera ZOP-a
  - donijeti opći akt iz ZOP-a
- za IV. kategoriju požarne ugroženosti:
  - imati osobu zaduženu za poslove ZOP-a
  - donijeti opći akt iz ZOP-a.

Građevine i prostori koji čine tehnološku cjelinu razvrstavaju se u istu kategoriju ugroženosti od požara. Iznimno dio građevine ili prostora zaštićen ili građevinski izveden tako da nema opasnosti od širenja požara na susjedne prostore drugih vlasnika ili korisnika, može se razvrstati u nižu kategoriju od one u koju je razvrstana cjelokupna građevina ili prostor. [7]

Vlasnici ili korisnici građevina i prostora koji temeljem kategorizacije propisane Pravilnikom o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara moraju imati profesionalnu vatrogasnu postrojbu, mogu u opravdanim slučajevima, temeljem odgovarajućeg ugovora, takvu obvezu prenijeti na postojeću vatrogasnu postrojbu Ministarstva unutarnjih poslova ili profesionalnu vatrogasnu postrojbu u gospodarstvu uz suglasnost Ministarstva unutarnjih poslova. Ovim Pravilnikom utvrđeno je da za IIa kategoriju potreba 2 profesionalna vatrogasca i 4 dobrovoljna vatrogasca u smjeni i za IIb kategoriju 1 profesionalni vatrogasac i 3 dobrovoljna vatrogasca u smjeni.

Pravilnikom o osnovama organiziranosti vatrogasnih postrojbi na teritoriji Republike Hrvatske postoji osam vrsta profesionalnih vatrogasnih postrojbi u gospodarstvu (od Ia do Ih), koje se tretiraju kao mjera S2. Ovim Pravilnikom određene su vrste

dobrovoljnih vatrogasnih postrojbi koje djeluju uz profesionalnu vatrogasnu postrojbu u gospodarstvu (od Ia do IIb), te isto tako i broj dobrovoljnih vatrogasaca u tim postrojbama.

Razvrstavanje građevina i prostora u kategorije ugroženosti od požara obavlja se obzirom na vrstu zapaljivih tvari, namjenu građevine i prostora te površinu otvorenog prostora, a temelji se na sljedećim uvjetima, osnovama i kriterijima: instaliranom kapacitetu za proizvodnju ili preradu, kapacitetu nadzemnih spremnika ili građevina za zapaljive tvari, broju uposlenih. Pod proizvodnjom i preradom, u smislu Pravilnika o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara, podrazumijeva se i pretakanje upaljivih tekućina ili plinova iz spremnika u prijevozna sredstava ili obrnuto za daljnji transport ili prijevoz.

Građevine i prostori čiji se instalirani kapaciteti za proizvodnju ili preradu odnosno kapaciteti nadzemnih spremnika ili građevina i broj uposlenih, glede brojčanih pokazatelja, mogu razvrstati u tri različite kategorije, razvrstat će se u srednju od tri moguće kategorije. Građevine i prostori koji se prema Pravilniku o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara razvrstavaju temeljem dva predviđena kriterija, a mogu se prema brojčanim pokazateljima, razvrstati u različite kategorije, razvrstat će se u višu od mogućih kategorija. Građevine i prostori koji se ne mogu, obzirom na male količine zapaljivih tvari, instaliranih kapaciteta i kapaciteta nadzemnih spremnika ili građevina i broja uposlenih, kategorizirati na način određen Pravilnikom o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara, razvrstat će se u IV. kategoriju. [7]

Ako je procjenom ugroženosti od požara predviđeno poduzimanje tehničkih i organizacijskih mjera ZOP mjere se moraju provesti prije podnošenja zahtjeva za promjenu kategorije ugroženosti od požara.

Zahtjev za promjenu kategorije ugroženosti od požara odnosno promjenu broja vatrogasaca, sa procjenom ugroženosti od požara, podnosi se policijskoj upravi na čijem području se nalazi građevina ili prostor za koji se traži promjena kategorije ugroženosti od požara.



Kada se promijene uvjeti temeljem kojih je izvršena procjena ugroženosti i razvrstavanje u kategorije ugroženosti od požara, vlasnici odnosno korisnici građevina i prostora obvezni su o tome obavijestiti nadležnog inspektora za zaštitu od požara.

#### 4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA GRAĐEVINSKE OBJEKTE

Građevinske mjere zaštite od požara možemo podijeliti u devet točaka:

- postupak predviđen zakonom za građevinske mjere protupožarne zaštite
- temeljni zahtjevi zaštite od požara građevina
- odabir građevinskih materijala
- zahtjevi za očuvanje nosivosti građevina u požaru (otpornost na požar građevinskih konstrukcija)
- požarno sektoriranje građevina
- zaštita od dima
- zaštita od prijenosa požara među građevinama
- vatrogasni pristupi do objekata
- izlazni putevi iz građevina u slučaju požara. [8]

Utjecaj građevinskih mjera na smanjenje šteta od požara:

- 90% povećanjem vatrootpornosti građevina
- 50% podjelom građevine na požarne sektora
- 11% primjenom sprinkler instalacije.

Provedba građevinskih mjera osigurava se zakonskom regulativom. Zakon o zaštiti od požara, Zakon o gradnji kao i drugi podzakonski akti propisuju temeljne obveze provedbe građevinskih mjera zaštite od požara. Zakonom o gradnji propisano je da građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da u slučaju požara bude očuvana nosivost konstrukcije u određenom vremenu, spriječeno širenje vatre i dima unutar građevine, omogućen izlazak osoba neozlijeđeno i omogućena zaštita spasitelja. Postupak posebnih uvjeta građenja detaljno je propisan zakonskim aktom Zakonom zaštite od požara. Projektant je dužan predvidjeti i navesti mjere zaštite od požara i hrvatske norme kojima se dokazuje kvaliteta ugrađenih materijala. Za navedeno projektant potvrđuje izjavu u MUP RH i tako dobiva suglasnost na osnovu koje tijelo graditeljstva izdaje građevinsku dozvolu. Nakon izdavanja uporabne dozvole korisnici građevina odgovorni su za održavanje projektiranih i izvedenih mjera ZOP. Po odabiru odgovorne osobe za ZOP dodjeljuju joj se propisane odgovornosti. Osoba mora reagirati u smislu protupožarne zaštite prilikom dogradnji, adaptacije objekta. Mora brinuti za obnovu oštećenih vatrootpornih premaza i za održavanje ugrađene opreme protupožarne zaštite u ispravnom stanju. [8]

Temeljni zahtjevi zaštite od požara građevina su:

- pravilan odabir građevinskih materijala glede ponašanja u požaru, pozornost se mora obratiti na njihovu gorivost, zapaljivost, brzinu širenja plamena, toplinsku moć i sl.
- pravilan odabir građevinskih elemenata i konstrukcija glede otpornosti na požar, nosiva konstrukcija mora izdržati požar u određenom vremenu, toplinsku izolaciju i sl.
- pravilno projektiranje građevine glede njihove podjele na požarne sektore otporne na požar, izlazni putovi, vatrogasni pristupi i slično.

Sve fizikalne i/ili kemijske promjene materijala pri požaru nazivaju se požarnim značajkama materijala. Razlikujemo klase preuzete iz norme HRN DIN 4102:

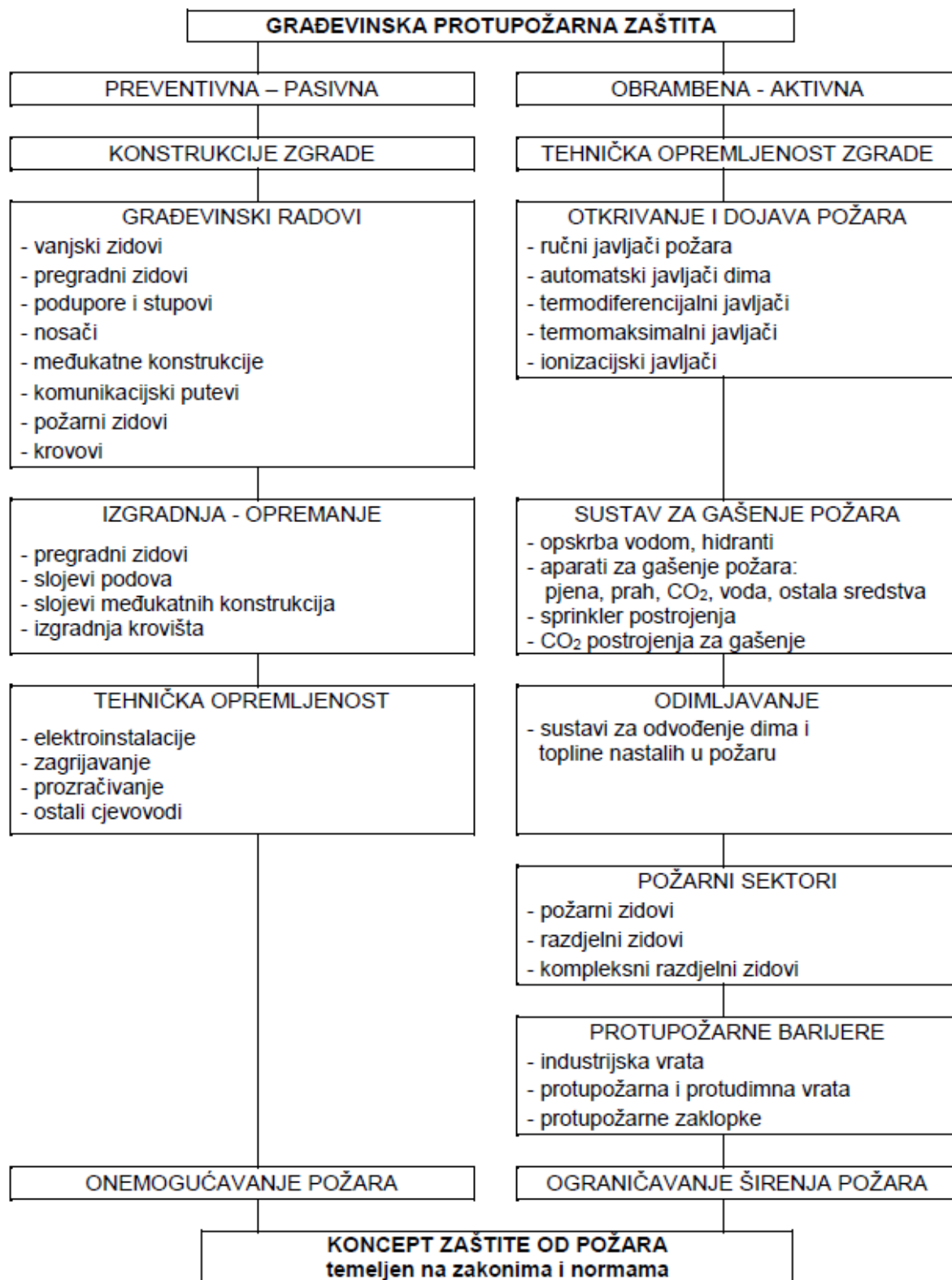
- negorivi materijali: klasa A1 i A2
- gorivi materijali: klasa B1 – teško zapaljivi materijali, klasa B2 – normalno zapaljivi materijali i klasa B3 – lako zapaljivi materijali.

Prema preuzetim DIN normama požarne značajke građevinskih materijala ispituju se prema metodama utvrđenim hrvatskim normama. Norma koju se može izdvojiti je HRN DIN 4102, dio 4 – ponašanje građevinskih materijala i građevinskih elemenata u požaru. [8]

#### **4.1. Pasivne i aktivne mjere zaštite od požara**

Mjere ZOP mogu biti pasivne ili aktivne. (slika 2.) Najznačajnije pasivne mjere su građevinske, a provode se tijekom projektiranja i izgradnje građevina sukladno važećim propisima. Tehničko-tehnološke mjere provode se prilikom izvođenja tehnoloških procesa, npr. zavarivanja i srodnih postupaka, održavanja eksplozivno ugroženih prostora, skladištenja, prijevoza opasnih tvari i rukovanja tim tvarima u prometu. Pasivne organizacijske mjere obuhvaćaju izradbu planova ZOP, razvrstavanje građevina i prostora u kategorije ugroženosti od požara, vođenje propisanih evidencija iz područja ZOP, te nadzor provedbe mjera na razini jedinica lokalne samouprave, pojedinih ministarstava i državne uprave. Aktivne mjere obuhvaćaju kontrolu izvedenosti objekta ili instalacije, kontrolu projekta, tehničkih pregled građevine ili instalacije, redoviti periodični pregled jediničnih vatrogasnih aparata, periodični nadzor i funkcionalno ispitivanje stabilnih sustava za gašenje požara, osposobljavanje osoba iz područja zaštite od požara i dr. U otkrivanju i gašenju požara, dijelom i otklanjanju njegovih posljedica, mjere se ponajprije

oslanjaju na vatrogasnu tehniku. U suvremenoj zakonskoj regulativi Republike Hrvatske, to je područje obuhvaćeno Zakonom o zaštiti od požara. [9]



Sl. 2. Građevinska protupožarna zaštita [10]

Prema ponašanju građevinskih materijala u požaru odabir istih se vrši između:

- čeličnih konstrukcija koje su jako neotporne na požar ali se premazuju kako bi se postigla veća vatrootpornost
- drvenih konstrukcija koje su povoljnije od čeličnih zato jer pougljeni sloj kao toplinski izolator štiti jezgru od požara
- betonskih i armirano betonskih konstrukcija gdje je bitna debljina betonskog sloja
- zidanih konstrukcija s kojima se postiže velika otpornost na požar, uvažava se i debljina konstrukcija, a najbolja u ovoj skupini je opeka (otpornost na promijene do 900°C).

#### 4.1.1. Požarni sektori

Požarno sektoriranje je podjela građevine u manje cjeline s ciljem sprečavanja širenja vatre i dima unutar građevine. Požarni sektor je dio građevine odijeljen od ostalih dijelova građevine građevinskim konstrukcijama i elementima koji imaju određenu otpornost na požar.

U posebne požarne sektore u pravilu se izdvajaju: [8]

- prostori s povećanim požarnim opterećenjem
- prostori s povećanim stupnjem opasnosti za izbijanje požara i eksplozija
- vodoravne i okomite putove za izlazak i provedbu akcije gašenja
- vodoravni i okomiti kanali (ventilacijskih i klimatizacijskih sustava i sl.) koji međusobno povezuju više požarnih sektora
- ventilacijske i klimatizacijske komore
- prostori za smještaj dizala i pripadajućih pogonskih uređaja
- prostori u koje su smješteni uređaji, oprema, sredstva i mediji za gašenje požara
- prostori za smještaj uređaja za povišenje tlaka
- podrumске i tavanske etaže
- drugi prostori s povećanom opasnosti od izbijanja požara i/ili eksplozija.

U tablici 1. prikazane su veličine požarnih sektora u odnosu na kategoriju tehnološkog postupka i stupnja otpornosti na požar građevine.

Tabl. 1. Veličina požarnih sektora u odnosu na kategoriju tehnološkog postupka i stupanj otpornosti na požar građevine [8]

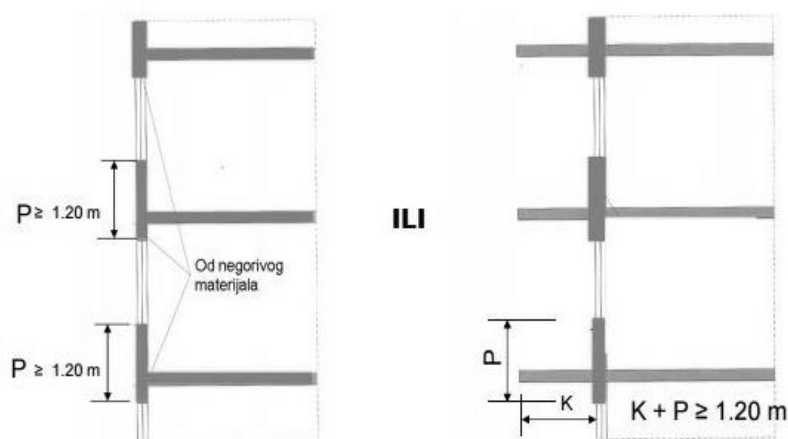
Veličine požarnih sektora u m <sup>2</sup>					
Stupanj otpornosti konstrukcije na požar prema HRN U.J1. 240	Kategorija tehnološkog postupka <b>K1</b>	Kategorija tehnološkog postupka <b>K2</b>	Kategorija tehnološkog postupka <b>K3</b>	Kategorija tehnološkog postupka <b>K4</b>	Kategorija tehnološkog postupka <b>K5</b>
<b>I.</b> (bez otpornosti)	-	-	1000	1500	2000
<b>II.</b> (mala otpornost)	-	-	2000	3000	4000
<b>III.</b> (srednja otpornost)	-	-	4000	5000	6000
<b>IV.</b> (veća otpornost)	6000	8000	10 000	Nema ograničenja	Nema ograničenja
<b>V.</b> (velika otpornost)	10 000	15 000	nema ograničenja	nema ograničenja	nema ograničenja

Kriteriji podjele tehnoloških postupaka:

- u tehnološkom postupku s lakozapaljivim tekućinama kriterij je plamište:
  - K1 – manje od 23°C
  - K2 – 23 do 100°C
  - K3 – 100 do 300°C
  - K4 - više od 300°C.
- kod tehnoloških postupaka s plinovima kriterij je donja granica eksplozivnosti:
  - manje od 10% volumnih – kategorija K1
  - više od 10% volumnih – kategorija K2
- kod tehn. postupaka s krutim tvarima kriterij je temperatura paljenja:
  - do 300°C – kategorija K3
  - iznad 300°C – kategorija K4.

Osim navedenog, jedan od kriterija je i broj osoba koji mogu boraviti u građevini pa se u kategoriju K3 razvrstavaju javne poslovne građevine koje mogu primiti više od 500 osoba; u kategoriju K4 od 100 do 500 osoba, a u kategoriju K5 objekti koji mogu primiti od dvadeset do stotinu ljudi. [8]

Načini izvedbe požarnih sektora su u vodoravnom i okomitom smjeru. (slika 3.)



Sl. 3. Načini sprječavanja okomitog i vodoravnog prijenosa požara preko pročelja [8]

Zatvaranje otvora u zidovima otpornim na požar kod prolaza različitih cjevovoda i instalacije je takva da sve šupljine moraju biti brtvljene negorivim materijalom iste klase otpornosti kao i građevina.

#### 4.1.2. Zaštita od dima

Uz oslobađanje topline u požaru se razvijaju i velike količine dima koji je najčešći uzrok stradavanja osoba (oko 80%) zbog otrovnosti i smanjenje vidljivosti (čad, pepeo, aerosoli) (1% konc. CO izaziva smrt za 1 min). Vrsta otrovnih prnova (CO, H<sub>2</sub>S, NO i NO<sub>2</sub>, HCN, HCl, NH<sub>3</sub>) ovisi o: kemijskoj građi materijala koji gori, brzini izgaranja, dotoku zraka. Tijekom gorenja troše se velike količine zraka. U provedbi mjera zaštite od dima potrebno je znati količinu dima što nastaje tijekom gorenja u prostoru kao i brzinu nastanka dima. (tablica 2)

Tabl. 2. Prikaz gorivih materijala uz potrebne faktore [8]

Materijal	Vlažnost u %	Količina zraka potrebna za izgaranje u m <sup>3</sup> /kg	Količina produkata sagorjevanja u m <sup>3</sup> /kg
Drvena masa	20	3,20	4,45
Papir, karton	12	3,42	4,21
Kaučuk	0,8	6,20	6,40
Guma	1,0	9,97	10,52
Pamuk	4,5	3,75	4,50
Parafin	-	11,58	12,57

Sprječavanje prijenosa požara s jedne građevine na drugu, sukladno Zakonu, provodi se pravilnim projektiranjem otvora, odabirom građevinskog materijala za vanjske zidove i krovove. Požarnim zidovima između građevina koje se dodiruju. Izgradnjom građevina na sigurnoj udaljenosti i izgradnjom slobodno stojećih vatrootpornih zidova u međuprostorima zgrada.

#### 4.1.3. Preventivna protupožarna zaštita

Protupožarna zaštita ne znači samo poduzimanje mjera pri gašenju požara već postavlja zahtjeve u ranijim fazama projektiranja. Poduzimanje konstruktivnih mjera u smislu osiguravanja sigurnosti ljudi i imovine te optimalna suradnja svih protupožarnih stručnjaka i izvođača fokusirano je na sprječavanje nastanka kao i na širenje požara. Građevinska protupožarna zaštita podrazumijeva sve građevinske mjere usmjerene sprječavanju štete nastalog požara, kao i sprječavanje širenja istog, te i samospašavanje i spašavanje od požara. Građevinski protupožarni elementi moraju biti u skladu sa zahtjevima građevinske dokumentacije, zakona te zahtjevima o namjeni objekta. Ciljevi preventivne strategije zaštite od požara su slijedeći:

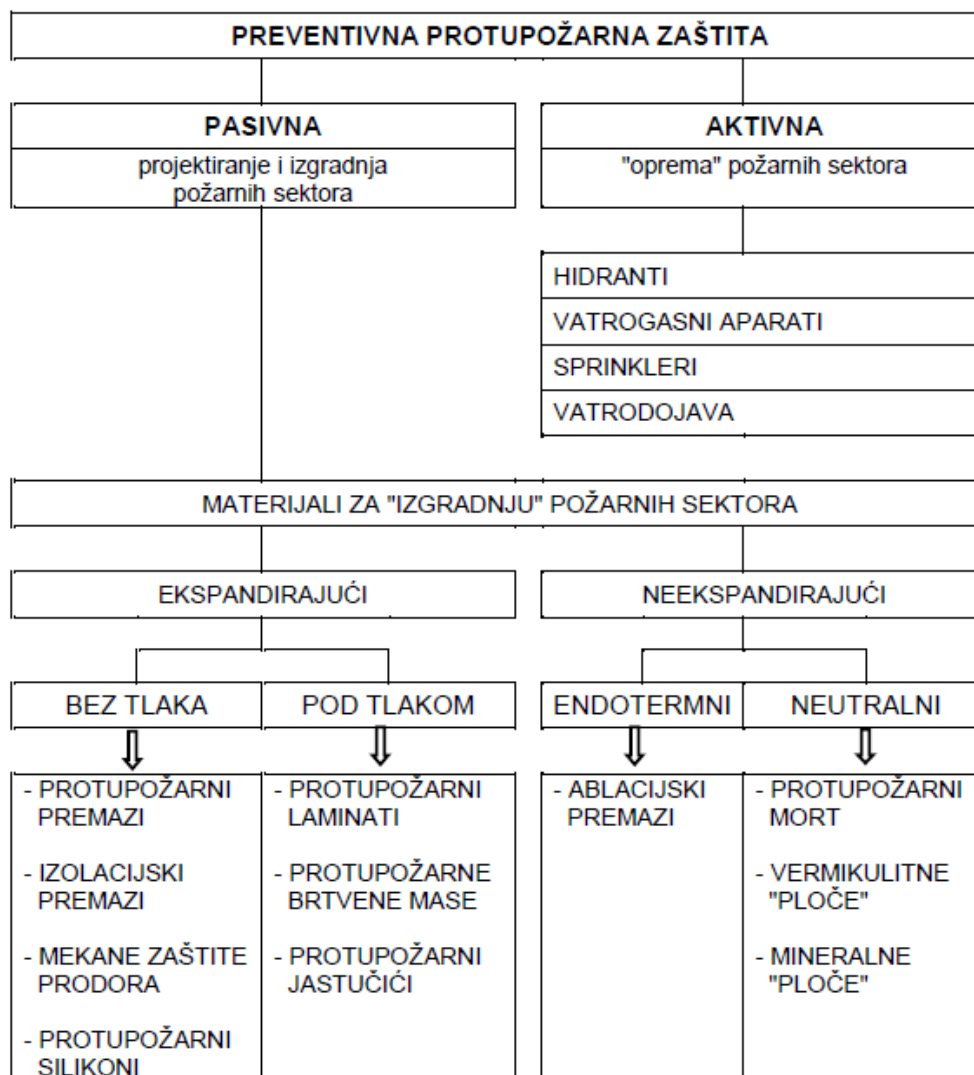
- zaštititi ljudske živote
- sačuvati materijalnu imovinu
- zaštititi interventne snage
- spriječiti širenje požara.

Prema navedenome prepoznamo da se preventivne mjere mogu podijeliti u dvije kategorije, a to su: pasivne i aktivne. (slika 4.)

Aktivna protupožarna zaštita se odnosi na sve sustave i elemente kojima se na tehnički način opremaju požarni sektori. Zaštita se provodi kroz hidrantske mreže, vatrogasne aparate, sustave vatrodjave i sprinklere. Ovu kategoriju smatramo “opremom” požarnih sektora. Ovisno o zahtjevima postavljenih zakonskom regulativom ovi sustavi su obvezni kao aktivna građevinska preventivna zaštita. Ukoliko nije zadana mjera kojom se definira ugradnja ovih sustava, izuzev



vatrogasnih aparata koji su obavezni svuda, oni se mogu zamijeniti pasivnim mjerama zaštite.



Sl. 4. Preventivne mjere protupožarne zaštite [10]

Troškovi održavanja aktivne protupožarne zaštite su stalni jer ih je potrebno stalno servisirati u određenim vremenskim razmacima, ali time se jamči njihova ispravnost u trenutku požara. Elementi preventivne protupožarne aktivne zaštite: vatrogasni aparati, stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom i stabilni sustavi za gašenje požara bez automatskog rada (hidrantske mreže i uređaji za gašenje vodom i pjenom koji se koriste zajedno s vatrogasnim motornim vozilom).

#### 4.1.4. Vatrogasni aparati

Svaki početni požar se u pravilu može uspješno ugasiti ručnim vatrogasnim aparatima u koliko mu se pristupi odmah u ranim fazama razvoja osim ukoliko požar nije posljedica eksplozije. (slika 5.) Naime, kada je požar u svojim ranim fazama moguće ga je ugasiti sa malom količinom sredstava za gašenje koju nam vatrogasni aparati i pružaju. Upravo zbog te male količine sredstava za gašenje koju sadržavaju, vatrogasne aparate treba ravnomjerno rasporediti unutar objekta. Kako bi oni bili dostupni u slučaju nastanka alarmantne situacije, uvijek se postavljaju na mjestima koja imaju veću mogućnost nastanka požara, tako da aparati nisu udaljeni više od 20 m jedan od drugog a ručka aparata je na visini do 1,5 m. [11]



Sl. 5. Vatrogasni aparati [12]

Prema sredstvima za gašenje kojima su punjeni možemo klasificirati vatrogasne aparate na aparate za gašenje sa: prahom, pjenom, vodom, CO<sub>2</sub>, FM 200, NOVEC 1230.

*Pravilnik o održavanju i izboru vatrogasnih aparata* određuje izbor vatrogasnih aparata, a veličina, broj i vrsta aparata se određuje sukladno proračunu požarnog opterećenja koje može nastati u objektu i u skladu sa klasom požara koji može nastati. Prema navedenom donosi se "*Plan zaštite od požara*" u koji je uvršten izbor vatrogasnih aparata prema normativu i požarnom opterećenju.

Kada su u pitanju vatrogasni aparati od velike važnosti jesu servis, kontrola i pregled istoga. Bitno je napomenuti da vatrogasni aparat treba servisirati nakon svake upotrebe. Prema gore navedenom *Pravilniku* određuju se uvjeti održavanja vatrogasnih aparata, ali i rokovi ispitivanja i oprema istih. Također su definirani uvjeti za osposobljavanje djelatnika koji održavaju aparate i njima rukuju. Tri su kategorije radnji i održavanja vatrogasnih aparata: redovni pregled, periodični pregled i kontrolno ispitivanje.

#### 4.1.5. Stabilni sustavi za gašenje požara sa i bez automatskog rada

Svaki požar je lakše dovesti pod kontrolu i ugasiti kada je on u početnim fazama, prema tome, kako ne bi došlo do ugrožavanja ljudskih života i velike materijalne štete, razvio se vatrodojavni sustav. Ovaj sustav omogućava ranu detekciju požara u svrhu zaštite. Kako bi se požar detektirao što ranije moguće važno je periodički održavati i servisirati sisteme za vatrodojavu. Ovi sustavi mogu biti koncipirani kao konvencionalni sustavi vatrodojave, analogno-adresibilni sustavi, kao sustavi koji surađuju sa protuprovalnim sustavima te samostojeći sustavi. Analogno-adresibilni sustavi su nešto napredniji sustavi koji sa velikom točnošću omogućavaju lociranje nastanka požara, dima ili vatre, dok su konvencionalni sustavi zapravo klasičniji i javljaju samo u kojem je dijelu građevine došlo do alarmantnog stanja. Vatrodojavni sustavi signaliziraju požar na dva načina: svjetlosno i zvučno.

Vatrodojavni sustavi nisu neophodni svima, ali svuda i uvijek postoji mogućnost nastanka požara a time i ugrožavanja ljudskih života i zdravlja. Iz ovih razloga postoje akti i zakonski propisi koji reguliraju manipulaciju i ugradnju ovih sustava ovisno o raznim namjenama objekta za što efikasniju zaštitu objekta i svih u njemu.

Vatrodojavni sustav služi za pravodobno otkrivanje požara i prosljeđivanje obavijesti o nastanku požara do mjesta odakle se započinje akcija gašenja, a sastoji se od: javljača požara (automatski ili ručni), dojavnih linija, vatrodojavne centrale, izvora napajanja, uređaja za uzbunjivanje, uređaja za prijenos obavijesti i sustava za gašenje. Stabilni sustavi za gašenje požara s automatskim radom su:

- sustavi tipa sprinkler (mokri, suhi, suhi brzodjelujući (s ubrzivačem), suhi bez ubrzivača, s predalarmom (*pre action*), s pjenom, kombinirani)
- sustavi tipa drencher
- sustavi s ugljičnim dioksidom
- sustavi s halonom (zabranjeni od 01.01.2006.)
- sustavi s “clear agentom” (FM-200, Novec 1230, NAF-S III, Inergen)
- bacači pjene i vode
- sustav s vodenom parom ili maglom
- sustav s vatrogasnim aparatima pirotehničkim (VAP)
- i dr.

Razlikujemo nekoliko vrsta stabilnih sprinkler sustava prema izvedbi:

**Mokri sprinkler sustavi** - ovi sustavi su izrazito efikasni pri gašenju požara jer rade na principu brzog dolaska vode u mlaznicu. Brz dotok vode omogućen je time što se i u cjevovodu izvora vode (ispred ventila) i u cjevovodu gašenja vode (iza ventila) nalazi voda pod tlakom. Ovakvi sustavi pogodni su za prostore koji su osigurani od smrzavanja. Polijevanje - gašenje požara počinje odmah nakon aktiviranja mlaznice.

**Suhi sprinkler sustavi** - u ovom sustavu ispred ventila nalazi se voda kao i u prethodnom sustavu, ali se iza ventila sprinklera nalazi komprimirani zrak ili dušik, što znači da postoji kašnjenje pri dolasku vode do mlaznice sprinklera. Ovi sustavi se primjenjuju u prostorima u kojima može doći do smrzavanja. Za veće prostore odnosno štíćene prostorije na većoj udaljenosti od sprinkler ventila, u kojima može doći do smrzavanja, koriste se suhi sprinkler sustavi s ubrzivačem.

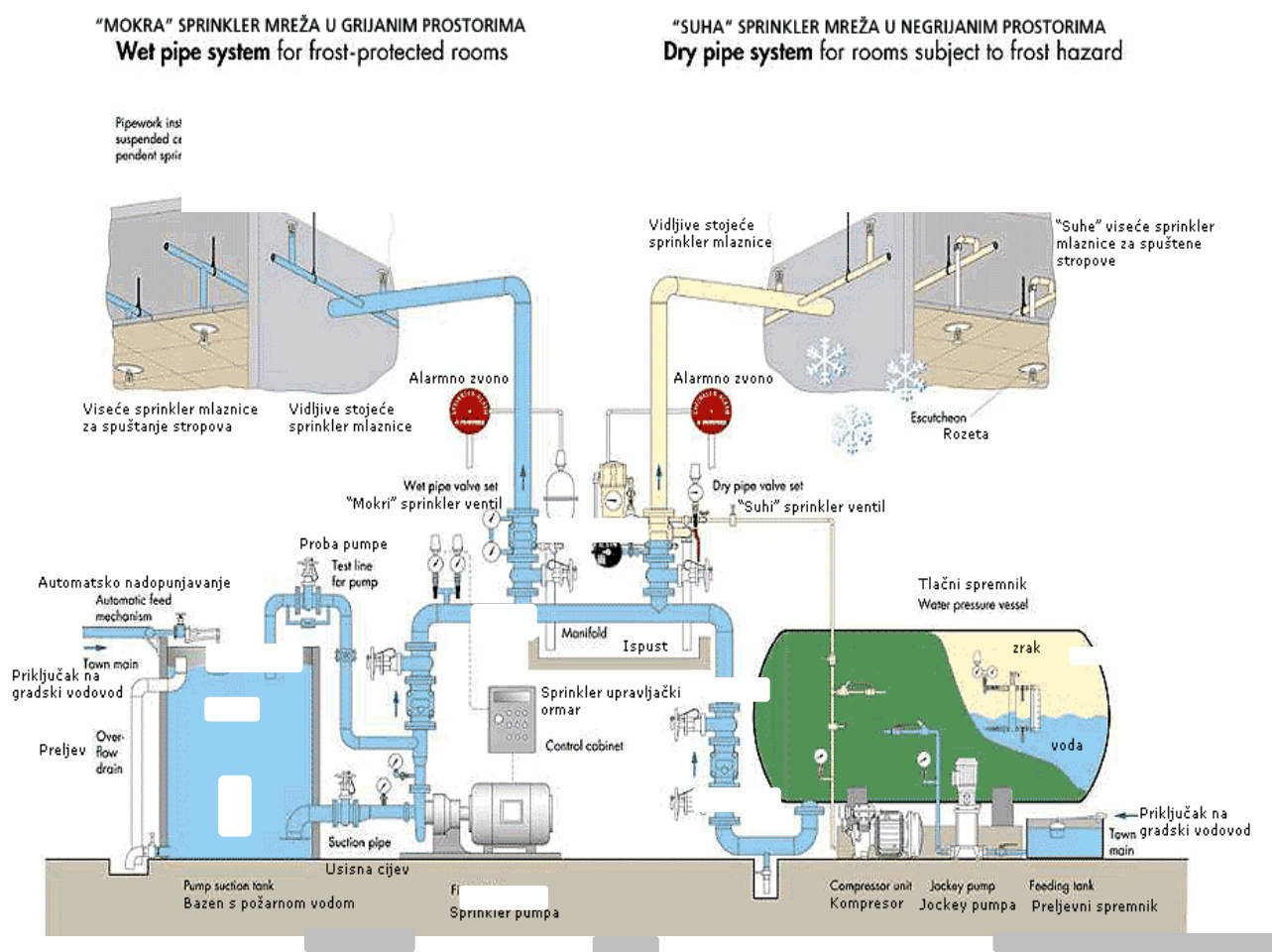
U građevinskim objektima gdje su samo neke prostorije grijane a druge nisu, koriste se **kombinirani sprinkler sustavi** - mokri i suhi. (slika 6.)

**Sprinkler sustavi sa predupravljanjem** - zbog mogućnosti nastanka štete od slučajnog aktiviranja sustava kreirani su sustavi s predupravljanjem. Nakon detekcije požara javljač požara šalje signal vatrodojavnoj centrali koja, pored ostalog, daje signal o požaru, otvara poklopac sprinkler ventila, ali do polijevanja ne dolazi dok nije

aktivirana prskalica odnosno mlaznica. Na ovaj način sprječava se mogućnost nastanka štete zbog nepotrebnog polijevanja.

Ovisno od gorive tvari odnosno klase požara koriste se i **stabilni sprinkler sustavi za gašenje požara pjenom**.

Jedan od osnovnih elemenata je sprinkler mlaznica. Ona se sastoji od ampule ili topive metalne legure, raspršivača, tijela mlaznice i pladnja. Pri povišenju temperature ampula puca na određenoj (unaprijed poznatoj) temperaturi, čime se omogućava mlazu vode da izbacij pladanj (brtvu) i rasprši se na mjesto požara pomoću raspršivača mlaznice. Sprinkler mlaznice dijele se prema više kriterija, pa tako prema tipu raspršivača postoje: zidne mlaznice, mlaznice plosnatog mlaza, upuštene mlaznice, i dr.



Sl. 6 Stabilni sustav za gašenje požara tipa sprinkler - kombinirani (mokri i suhi) [8]

Izvori vode (vodovodne mreže, preljevni i/ili tlačni spremnici i dr.) kojima se opskrbljuju cjelokupni sustavi ovise o vrsti prostora koji se štiti, materijalima i veličini sustava. Svi izvori trebaju osigurati sustavu dovoljnu količinu vode.

Stabilne sustave bez automatskog rada dijelimo na:

- hidrantska mreža (unutarnja i vanjska)
- uređaji za gašenje vodom i pjenom koji se koriste zajedno s vatrogasnim motornim vozilom.

Za gašenje požara vodom najčešće se koriste hidranti. Oni se priključuju na hidrantsku mrežu koja je stabilni sustav za gašenje požara. Prema mjestu ugradnje razlikujemo zidne/unutarnje hidrante i nadzemne i podzemne vanjske hidrante. Za gašenje i ZOP štićenih objekata vodom služe unutarnji i vanjski hidranti koji su priključeni na svoja izvorišta odnosno hidrantsku mrežu. Hidrantska mreža se sastoji od cjevovoda načinjenog od čelika i lijevanog željeza i armature koja međusobno spaja cijevi.

Kao instalacija za neposredno gašenje požara u objektima služi unutarnja hidrantska mreža koja se sastoji od razvodnog cjevovoda, priključka, razvodne mreže i ormarića s opremom. U objektima u kojima postoji mogućnost zaleđivanja postavlja se suha hidrantska mreža.

U vanjske hidrante ubrajamo nadzemne i podzemne hidrante. Nadzemni hidranti sastoje se od kućišta s ventilom, glave hidranta za otvaranje ili zatvaranje, drenažnog sustava i sustava koji sprječava izlaz vode u slučaju loma odnosno većeg oštećenja hidranta. Podzemni hidranti postavljaju se na mjesta na kojima nije moguće postaviti nadzemni hidrant zbog prometa i prolaza. Podzemni hidrant se sastoji od istih elemenata kao i nadzemni hidrant izuzev posebnog kućišta koji štiti hidrant.

#### **4.2. Osposobljavanje pučanstva**

Nositelj izvođenja programa osposobljavanja pučanstva je:

- školska ustanova koja pribavi suglasnost Ministarstva unutarnjih poslova
- pravna osoba koja pribavi suglasnost Ministarstva unutarnjih poslova.

Nositelj izvođenja programa osposobljavanja odgovoran je za provedbu programa iz Pravilnika. Nositelj izvođenja programa osposobljavanja dužan je u provedbu osposobljavanja uključiti osobu koja ima zvanje vatrogasnog tehničara-specijaliste, odnosno osobu koja ima završen najmanje stručni dodiplomski studij koji traje do dvije godine. Nositelj izvođenja programa osposobljavanja dužan je kod provedbe programa osigurati: odgovarajuću prostoriju, ručne aparate za početno gašenje požara, sredstva za gašenje požara, gorivo, cilindričnu posudu promjera 1 m i minimalne visine 15 cm, sredstvo za projekciju obrazovnog filma, ostala materijalno-tehnička sredstva. Nositelj izvođenja programa osposobljavanja obavezan je voditi evidenciju o polaznicima. Za upućivanje radnika na osposobljavanje odgovorna je odgovorna osoba u pravnoj osobi i stručnoj službi. Program osposobljavanja pučanstva sastoji se iz teorijskog i praktičnog dijela. Osposobljavanje traje 8 školskih sati, od čega je 6 sati teorijski dio, a 2 sata praktični dio. (slika 7. i 8.) Program osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera ZOP, gašenja požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom je dokument koji detaljno propisuje teorijski i praktični dio osposobljavanja pučanstva. [14]



Sl. 7. Vježba gašenja vatrogasnim aparatom S9 [13]





Sl. 8. Vježba gašenja vatrogasnim aparatom S9 [13]

Kao što je na slikama vidljivo prilikom izvođenja vježbi gašenja pokušava se što više uključiti DVD, JVP kao i vatrogasce ukoliko ih ima među zaposlenicima. Na taj način su svi upoznati sa pravilima i u slučaju neželjenog događaja reagirati će ispravnije. Što znači: pristupiti će početnom gašenju požara ukoliko nema opasnosti za gasitelja ili kolege, pozvati će na evakuaciju, znati će koje brojeve mora nazvati, smirenije će provesti provjeru jesu li svi zaposlenici napustili ugroženo područje i predati će potrebne informacije vatrogascima. U tablici 3. prikazan je pregled ugroženosti građevine i zaposlenika u istoj u slučajevima izvanrednih događaja.

Oznake opasnosti s kojima su upoznati zaposlenici:

- opća opasnost - zvučni signal tri puta po 20 s, s pauzom od 20 s, u trajanju od 100 s
- zračna opasnost - zvučni signal u trajanju od 60 s
- požarna opasnost - zvučni signal tri puta po 20 s, s pauzom od 15 s, u trajanju od 90 s
- prestanak opasnosti - kontinuirani zvučni signal u trajanju od 60 s.

Zvučni signal mora biti takovog intenziteta da se dobro čuje i prepoznaje u svim prostorijama. Ostali zvučni signali čija se primjena predviđa u objektu moraju se nedvosmisleno razlikovati od alarma za evakuaciju. Grafička uputa o načinu alarmiranja mora biti postavljena na uočljivo mjesto.



Tabl. 3. Pregled ugroženosti od iznenadnih događaja [15]

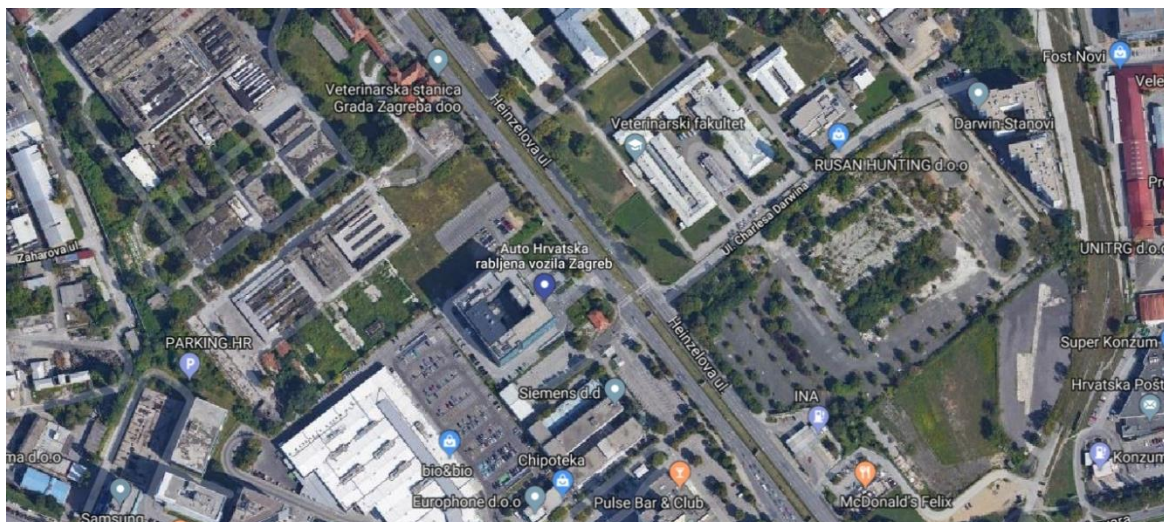
Red. br.	Izvanredan događaj	MOGUĆI DOGAĐAJI NA GRAĐEVINAMA	MOGUĆI DOGAĐAJI NA OPREMI	Mogući događaji kod zaposlenika i posjetitelja
1.	Potres	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oštećenje građevine</li> <li>- rušenje građevina ili dijela građevina,</li> <li>- požar</li> <li>- kvarovi na instalacijama građevine,</li> <li>- prekid energetske instalacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oštećenje ili uništenje strojeva, namještaja, računala, uređaja i dr.,</li> <li>- prestanak rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panika,</li> <li>- ozljede,</li> <li>- trovanje</li> <li>- smrt</li> </ul>
2.	Požar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- požar</li> <li>- opasni produkti izgaranja</li> <li>- oštećenje ili uništenje građevine i instalacija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- požar</li> <li>- oštećenje ili uništenje strojeva, namještaja, računala i dr.</li> <li>- prestanak rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panika</li> <li>- opekline</li> <li>- ozljede</li> <li>- gušenje</li> <li>- trovanje</li> <li>- smrt</li> </ul>
3.	Eksplozija	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rušenje dijelova građevine,</li> <li>- požar</li> <li>- prekid energetske instalacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kvarovi na instalacijama,</li> <li>- oštećenje ili uništenje strojeva, namještaja, računala, uređaja i dr.,</li> <li>- prestanak rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panika,</li> <li>- ozljede</li> <li>- opekline,</li> <li>- smrt</li> </ul>
4.	Udar groma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- požar</li> <li>- oštećenje dijela građevine</li> <li>- kvarovi ili uništenje električnih instalacija i opreme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- požar</li> <li>- oštećenje ili uništenje strojeva, računala, uređaja i dr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ozljede</li> <li>- opekline</li> <li>- smrt</li> </ul>
5.	Poplave	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poplave prizemnih građevina-oštećenja,</li> <li>- prekid energetske instalacije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uništenje dijelova namještaja , strojeva i uređaja,</li> <li>- zagađenje voda,</li> <li>- prestanak rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panika,</li> <li>- ozljede,</li> <li>- epidemije</li> </ul>
6.	Ratne situacije, teroristički čin, oružani prepadi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oštećenje građevine</li> <li>- rušenje građevina ili dijela građevina,</li> <li>- požar</li> <li>- kvarovi na instalacijama građevine,</li> <li>- prekid energ. instalacija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prestanak rada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- panika</li> <li>- opekline</li> <li>- ozljede</li> <li>- gušenje</li> <li>- trovanje</li> <li>- smrt</li> </ul>

## 5. PROCJENA UGROŽENOSTI, PLAN ZAŠTITE I MJERE ZAŠTITE OD POŽARA I TEHNOLOŠKE EKSPLOZIJE ZA POSLOVNI CENTRA HEINZELOVA U ZAGREBU

### 5.1. Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije

Građevina je projektirana kao slobodno-stojeća i sastoji se od osnovnog volumena i manje dvorišne zgrade koja se veže za taj osnovni volumen, u Heinzlovoj ulici 70, Zagreb. (slika 9. i 10.) Tlocrtna dimenzija građevine je 60 m x 56 m i ima 3360 m<sup>2</sup> površine odnosno 2671 m<sup>2</sup> kada se izuzme središnje dvorište građevine. Visina zgrade od kote tla do najviše kote građevine je 34,4 m, a od kote poda najniže podzemne etaže garaže pa do najvišeg vrha iznosi 41,4 m. Iznad zemlje je izvedeno prizemlje, galerija, 6 katova i tehnički prostor na krovu. Ispod zemlje se nalaze dvije etaže podruma s 356 parkirališnih mjesta za djelatnike i posjetitelje. Ukupna bruto građevinska površina iznosi 31.725 m<sup>2</sup>, s ukupno 15.864 m<sup>2</sup> poslovnih prostora, a otprilike 1115 m<sup>2</sup> po etaži. Građevina je izvedena kao skeletna konstrukcija od armiranog betona sa stupovima i pločama. Pročelje je izvedeno kao aluminijsko staklena konstrukcija s prozorskim elementima. Prozori su fiksni i u punoj visini kata. Kat je potpuno slobodan (osim tri komunikacijske jezgre), bez nosivih zidova, što omogućuje neovisno planiranje uredskih prostorija. Ispod cijele zgrade nalaze se 2 garažne etaže s obodnim dijelom armirano – betonskim nosivim zidovima debljine 25, 30 i 35 cm, te unutrašnjim rasterom armirano – betonskim pravokutnim stupovima dim. 90 x 70 cm s gredama u oba smjera visine cca. 70 cm i međukatnom pločom debljine 22cm. [16]

Prizemlje i 6 katova konstruktivno se sastoji od tri armirano – betonske jezgre sa zidovima debljine 25, 30 i 35 cm, te armirano – betonskih stupova dimenzija 90 x 60 cm od prizemlja do 3. kata i armirano – betonskih stupova dimenzija 60 x 60 cm od 4. kata do 7. kata raspoređenih prema gore navedenom rasteru po tlocrtu građevine. Međukatne konstrukcije su armirano – betonske monolitne ploče postavljene na armirano – betonske grede visine cca. 70 cm, iznad podrumskih etaža debljine 25 cm, a između katova debljine 22 cm. [16]



Sl. 9. Poslovni centar Heinzlova u Zagrebu [17]



Sl. 10. Poslovni centar Heinzlova u Zagrebu [17]

#### 5.1.1. Namjena prostora građevine

Namjena građevine je poslovna sa prodajnim salonom i servisom u prizemlju te podzemnom garažom. Građevina se može podijeliti u sljedeće osnovne funkcionalne cjeline:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| – uredski prostor     | – neto površina cca. 12950 m <sup>2</sup> |
| – prostor auto salona | – neto površina cca. 900 m <sup>2</sup>   |
| – prostor servisa     | – neto površina cca. 994 m <sup>2</sup>   |

- podzemna garaža – neto površina cca. 9228 m<sup>2</sup>.

Na nivou -2 su projektirani: garaža, priručna spremišta i sprinkler stanica.

Na nivou -1 su projektirani: garaža, priručna spremišta, hidrostanica, kontrola vodomjera, prostorija niskog napona, prostorija visokog napona, dvije trafo prostorije i agregat.

U prizemlju su projektirani: auto salon, Allianz poslovica, Allianz garaža, automehaničarska radiona, kompresorska stanica, uljna stanica, dvije prostorije sa UPS uređajima i caffè bar.

Na galeriji su projektirani: uredski prostori koji su sastavni dio prostora auto salona i auto opreme.

Na 2. katu su projektirani: uredski prostori, restoran i dvije prostorije sa UPS uređajima.

Katovi 3. do 7. su tipski na kojima su projektirani: uredski prostori i dvije prostorije sa UPS uređajima.

Na 8. katu su projektirani: strojarnica i kotlovnica.

Od nivoa -2 do 8 kata izvedena su evakuacijska stubišta te dizala. Sva okna dizala i evakuacijska stubišta izvedena su kao zasebni požarni sektori otpornosti prema požaru 90 minuta. [16]

#### 5.1.2. Zaposjednutost građevine

Prema podacima dobivenim od korisnika zgrade ukupan broj zaposlenih na dan 04.06.2019. iznosi 722 zaposlenika.

Podjela prema broju radnika i smjenama navedena je u tablici 4.

Tabl. 4. Broj zaposlenika u građevini po smjenama [16]

Smjena	Termin smjene	Broj zaposlenih
I	08 - 16 <sup>h</sup>	722
II	16 – 24 <sup>h</sup>	20
III	24 - 08 <sup>h</sup>	1

U građevini povremeno boravi prosječno do 200 osoba (stranke i gosti), tako da je ukupna maksimalna zaposjednutost građevine 922 osobe, odnosno < 1000 osoba.

U drugoj smjeni u objektu borave samo zaposlenici poslovnice za prijavu štete u Allianz i zaposlenik zaštitarske službe, dok se za vrijeme treće smjene u zgradi nalazi samo zaštitar. Sukladno projektnoj dokumentaciji objekt je predviđen za maksimalno do 1200 osoba što je više od stvarne zaposjednutosti objekta. [16]

### 5.1.3. Tehnološki procesi rada i putovi evakuacije

POSLOVNI CENTAR HEINZELOVA, Zagreb, Heinzelova 70, definiran je kao poslovna zgrada sa nizom uredskih prostora za obavljanje poglavito administrativne djelatnosti, uz prostore raznih skladišta, ugostiteljskog prostora, te raznih pomoćnih i tehničkih prostora. U prizemlju zgrade nalazi se prodajno servisni centar AUTO HRVATSKA, zastupništvo osobnih vozila marke Ford sa popratnim radionama i skladištima rezervnih dijelova i ostalih potrošnih materijala potrebnih za servisiranje vozila. Temeljna djelatnost društva odvija se u prvoj smjeni i djelomično u drugoj, dok je u trećoj smjeni u zgradi nazočan samo radnik službe sigurnosti.

#### Putovi evakuacije iz građevine

Sukladno člancima 25. i 28. Pravilnika o visokim objektima širina sigurnosnog stubišta i hodnika projektirana je prema načelu da je za svakih 100 osoba osigurana širina do 60 cm, s tim da širina ne može biti manja od 125 cm. S katova visokog objekta vode po tri sigurnosna stubišta svako širine kraka po 125 cm što osigurava evakuaciju od 625 osoba s kata. [6]

Kako se radi o uredskom prostoru prema kriterijima tablice 7.3.2.1 NFPA 101 mogući broj osoba na najvećem katu površine 2300 m<sup>2</sup> iznosi 247 (2300 m<sup>2</sup> / 9,3 m<sup>2</sup> po osobi), što je znatno manje od broja osoba koji se može evakuirati s tog kata. [18]

Kako je svaki požarni sektor pristupačan preko najmanje dva sigurnosna stubišta vidljivo je da je propisani uvjet zadovoljen i za pojedinačne sektore. Sukladno članku 20. citiranog pravilnika najdulji put iz prostorije u pojedinom požarnom sektoru manji

je od 30 m. Evakuacija osoba zatečenih u garaži građevine u slučaju požara moguće je iz svake garažne etaže preko tri sigurnosna stubišta od kojih dvojica vode u vanjski prostor bez ulaska u lobby. Prema zahtjevima NFPA 88A i NFPA 101 zajednički put kretanja manji je od 15 m, a ukupna udaljenost je manja od 60 m propisanim za zatvorene garažne prostore pokrivene sprinkler sustavom. [18] i [19]

Na svim vratima koja se nalaze na evakuacijskom putu ugrađen je panik okov sukladno normi HRN EN 1125 i HRN EN 179. Klizna izlazna vrata na glavnom ulazu-izlazu iz objekta otvaraju se automatski na signal vatrodojave te ručno preko tipkala spojenog na rezervnom napajanju. Stubišta su povezana s podrumskim garažnim dijelom s predprostorom koji se ventilira s 20 izmjena po satu. Kao sredstvo evakuacije za osobe smanjene pokretljivosti iz prostora služe posebna dizala koja su izvedena u vatrootpornoj izvedbi i na rezervnom napajanju. [16]

Evakuacijski putovi izlaženja prikazani su u grafičkom prilogu plana evakuacije, za svaki nivo građevine, na kojem se daje informacija zaposlenicima i drugim osobama o mogućnosti izlaženja sa pojedinog mjesta u građevini. Izlazni putovi su jednostavni, pregledni i dobro osvijetljeni. (slika 11.)

Objekt je opremljen ispravnom protupaničnom rasvjetom koja omogućava osvjetljavanje evakuacijskih putova i izlaza. Ispitivanje ispravnosti protupanične rasvjete izvršeno je od strane ADRIA GRUPE d.o.o. iz Zagreba, Heinzelova 53a, o čemu je izdan zapisnik Z-1020-VD-01-19 iz kojeg je vidljivo da predmetna instalacija zadovoljava zahtjeve propisa. [16]

Izlazna vrata iz objekta su zaokrenuta i otvaraju se u smjeru izlaženja.

Svi izlazi iz objekta nalaze se na nivou prizemlja. U prizemlju se nalazi dvanaest izlaza od kojih svaki vodi na slobodan prostor prometnice i parkirališta oko zgrade. Evakuacije iz prostora ugostiteljskog objekta u dvorišnom prostoru poslovnog centra je omogućena kroz jedan izlaz koji također vodi direktno na otvoreni prostor ispred građevine. [16]



Sl. 11. Prikaz evakuacijskih putova izlaženja iz građevine na I. katu [15]

#### 5.1.4. Količine zapaljivih tvari po požarnim sektorima

Podaci za mobilno požarno opterećenje uzeti su kao prosječne vrijednosti prema priznatim pravilima tehničke prakse (Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara TRVB 126/1997). [16]

Mobilno požarno opterećenje po sektorima mjeri se od nule do najviše 700 megajulea po metru kvadratnom.

Prema dobivenim informacijama od strane predstavnika korisnika, te uvida u trenutno stanje uljne stanice, zaključeno je da se u prostoru uljne stanice nalazi ulje za motor u ukupnoj količini od 600 kg, prosječne kalorične moći 46,2 MJ/kg.

Obzirom na navedenu prosječnu maksimalnu količinu zapaljivog materijala u uljnoj stranici (**G**), te kaloričnu moć (**g**), mobilno požarno opterećenje za uljnu stanicu tlocrtna površine  $P = 10 \text{ m}^2$ , tada iznosi:

$$Q_M = \{(G \times g) / P\} = (600 \times 46,2) / 10 = 2772 \text{ MJ/ m}^2 \quad (1)$$

$$Q_M = 2772 \text{ MJ/ m}^2 \text{ (visoko PO)}$$

#### 5.1.5. Osnovni podaci o tvarima koje se skladište glede opasnosti od pojave požara

Klase opasnosti, kategorije opasnosti i podjela tvari prema agregatnom stanju i drugim karakteristikama glede opasnosti od nastajanja i širenja požara su sljedeće: [16] i [17]

- klase opasnosti:
  - Klasa I - vrlo lako zapaljive i brzo sagorjevajuće tvari
  - Klasa II - lako zapaljive i brzo sagorive tvari
  - Klasa III - zapaljive tvari
  - Klasa IV - sagoriva tvari
  - Klasa V - teško sagorive tvari
  - Klasa VI - nezapaljive tvari.
- kategorije opasnosti:
  - Ex = eksplozivne tvari
  - Fx = lako zapaljive tvari
- agregatno stanje:
  - A = plinovite tvari
  - B = tekuće tvari
  - C = krute tvari.
- fizikalno-kemijske karakteristike:
  - D = eksplozivne tvari
  - E = samozapaljive tvari
  - F = tvari koje pri zagrijavanju ispuštaju zapaljive i otrovne produkte sagorijevanja
  - G = oksidacijske tvari



- H = nezapaljive tvari koje s vodom razvijaju zapaljive plinove
- I = nezapaljive tvari koje s vodom razvijaju toplinu.

## 5.2. Plan zaštite od požara

Plan zaštite od požara predstavlja operativni plan kojim se razrađuje i regulira način postupanja u slučaju požara ili tehnološke eksplozije i definiraju svi bitni tehnički elementi presudni za uspješnu akciju gašenja požara. Plan je donijet na temelju članka 20 stavka 3. Zakona o zaštiti od požara (NN 92/10), na temelju odredbi Pravilnika o planu zaštite od požara (NN 51/13) i prethodno izrađene Procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije. Plan se sastoji od tekstualnog i grafičkog dijela. [21]

Obzirom da je taktika gašenja požara vrlo složen zadatak, te da zahtijeva vrlo brzo donošenje pravilne odluke kako i s kojim sredstvima treba gasiti nastali požar, a u namjeri da se olakša uočavanje svih elemenata bitnih za provođenje akcije gašenja požara predmetni plan je izrađen u kombinaciji tekstualno-grafički, za objekte i prostore u kojima se može očekivati požar ili eksplozija.

### 5.2.1. Ustroj zaštite od požara i zaštitarske službe

Poslove zaštite od požara u Poslovnom centru Heinzelova, Zagreb, Heinzelova 70, obavlja jedan djelatnik raspoređen za obavljanje preventivnih poslova ZOP i to u prvoj smjeni. Za potrebe gašenja požara manjeg intenziteta i početno gašenje većih požara interveniralo bi stalno vatrogasno društvo, odnosno jedan vatrogasac potpomognut sa tri djelatnika stručno osposobljena za dobrovoljne vatrogasce, dok bi kod požara većeg intenziteta intervenirala JVP grada Zagreba, sa ispostave Centar, po pozivu na telefonski broj: 193 ili 112. Zaštitarska služba u postojećoj situaciji ima zaštitare raspoređene po smjenama. Zaštita građevine obavlja se u trosmjenskom režimu i to s jednim zaštitarom u smjeni. Organizacija zaštitarskih poslova ima

zadaću preventivne zaštite imovine od mogućih pojava otuđenja kao i zaštite imovine od požara i uništenja. [21]

#### 5.2.2. Mjesto te način primanja dojava požara

Prostorija CNUS-a na prvom katu građevine je mjesto sa stalnim dežurstvom (0-24 sata) na kojem se može zaprimiti dojava požara putem telefona, ručnim i automatskim javljačima požara te aktiviranjem sprinkler instalacije.

Dojava požara realizira se:

- dojavom unutar prostora građevine poslovnog centra, te
- dojavom JVP grada Zagreba, Ispostava Centar. [21]

#### 5.2.3. Dojava unutar prostora poslovnog centra

Prema odredbama postojećih propisa svaka osoba koja primijeti neposrednu opasnost od nastanka požara ili primijeti požar dužna je odmah alarmirati ostale osobe i subjekte te pokušati ukloniti opasnost, odnosno ugasiti požar ako to može učiniti bez opasnosti za sebe ili drugu osobu. U radnom okruženju Poslovnog centra Heinzelova, Zagreb, Heinzelova 70 navedene odredbe se provode na slijedeći način:

- osoba koja se nađe u takvoj situaciji dužna je odmah alarmirati ostale osobe glede nastale opasnosti (bilo povcima ili aktiviranjem najbližeg ručnog javljača požara) odnosno putem najbližeg dostupnog telefona obavijestiti dežurnog vatrogasca ili dežurnog zaštitara, te
- upotrebom aparata za gašenje požara isti nastojati ugasiti.

Dežurna osoba zaštitara dojavu može primiti:

- putem telefonske linije
- aktiviranjem ručnog javljača požara
- automatskom dojavom požara
- aktiviranjem sprinkler instalacije
- usmenom dojavom – osobno od zaposlenika.

#### 5.2.4. Dojava požara Javnoj vatrogasnoj postrojbi grada Zagreba

Dojava požara automatski se proslijedi FINA GS, a oni proslijeđuju dojavu u dežurnu službu JVP. Istu dojavu treba obaviti dežurna osoba u prostoru zaštitarske službe, pozivom na broj telefona 193. Kod dojave požara dežurnoj osobi JVP treba dati slijedeće podatke:

- potpuni naziv objekta i točnu adresu
- dio građevine u kojoj je požar nastao
- поближе podatak što gori
- da li ima ljudskih žrtava i povrijeđenih
- da li postoji opasnost po ljude (da li je osim akcije gašenja potrebna i akcija spašavanja)
- tko javlja o nastalom požaru i broj telefona sa kojeg je dojava izvršena.

#### 5.2.5. Obveze u postupanju u slučaju nastanka požara

Akcija gašenja požara u skladu s odredbama ovog Plana provodi se:

- individualno od strane djelatnika koji je na svom radnim mjestu dužan pristupiti akciji gašenja požara u početnoj fazi uporabom vatrogasnih aparata i po mogućnosti lokalizirati požar
- organiziranom akcijom gašenja požara od strane dežurnog vatrogasca potpomognutog djelatnicima stručno osposobljenim za dobrovoljnog vatrogasca za daljnje gašenje požara uporabom vatrogasnih aparata i unutarnjih i vanjskih hidranata
- organiziranom akcijom gašenja od strane JVP Grada Zagreba – ispostava Centar, kao vanjske snage za gašenje požara, po dolasku na mjesto požara.

Organizacija dojave požara i postupanje djelatnika i JVP riješena je na lokaciji u odnosu na način primanja dojave požara te režim rada "DAN" (od 7-19 sati) i "NOĆ" (od 19-7 sati). [20]

Osigurana je vanjska telefonska linija za pozivne brojeve:

112 – Državna uprava za zaštitu i spašavanje

193 – Javna vatrogasna postrojba

192 – Policija (operativno dežurstvo)

194 – Hitna pomoć

Također je osiguran i sustav internih telefonskih linija za poziv na brojeve djelatnika koji sudjeluju u gašenju požara na lokaciji.

#### 5.2.6. Ažuriranje plana zaštite od požara

Izrađenim planom zaštite od požara razrađeni su preduvjeti za brzo i uspješno gašenje požara, ukoliko budu ispunjeni slijedeći uvjeti:

- otkrivanje požara u početnoj fazi od svih djelatnika, te smanjenje vremena slobodnog razvoja požara aktivnim gašenjem, aktiviranjem stabilnog sustava za gašenje požara gdje je izveden i pravovremenim pozivanjem vatrogasne postrojbe
- osposobljavanje svih uposlenih djelatnika za praktičnu primjenu opreme i sredstava za gašenje požara kojima poslovni centar raspolaže
- organizirati vatrogasno dežurstvo s jednim vatrogasnim profesionalcem i tri djelatnika stručno osposobljena za dobrovoljnog vatrogasca usmjereni
- provođenje svih tehnoloških mjera s aspekta sigurnosti od strane svih djelatnika, a naročito vođitelja
- provođenje svih mjera ZOP koje naloži nadležna inspekcija kao i prijedloga ovlaštenih pravnih osoba danih u zapisnicima o redovitom ispitivanju instalacija, opreme i sredstava za dojavu požara.

Sve bitne promjene koje se budu unosile u Procjenu ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije, a u svezi sa intervencijom gašenja požara i spašavanja ljudi i imovine, moraju se adekvatno unijeti i u ovaj Plan.

Za neprekidno praćenje odredbi ovog Plana, te za predlaganje izmjena i dopuna koje osiguravaju njegovu primjenu zadužuje se osoba zadužena za obavljanje preventivnih poslova ZOP.

### 5.3. Mjere zaštite od požara

#### 5.3.1 Elektroinstalacija

Vodovi koji prolaze kroz granice požarnog sektora, prema garažnom prostoru i kroz strop, brtvljeni su elementima iste otpornosti na požar kao i zid i strop kroz koji prolaze. Osim redovnog napajanja električnom energijom iz mreže u građevini je osiguran i rezervni izvor napajanja preko agregata. Agregat se uključuje automatski po nestanku mrežnog napajanja i osigurava rad najmanje 2 sata. Agregat mora napajati slijedeće uređaje:

- dizala za evakuaciju invalidnih osoba
- rasvjetu putova za evakuaciju (stubišta, hodnika)
- uređaje za zatvaranje dimnih zaklopki, zapornica (tampon zone) osim u slučaju rješavanja kanala vodootpornim pločama
- hidroforsko postrojenje i pumpe
- uređaj za automatsko otkrivanje i dojavu požara
- automatske uređaje za gašenje požara tipa sprinkler
- uređaje za provjetravanje predprostora, tampon-zona i električnih uređaja koji služe za zaštitu od požara.

Vodovi za napajanje sigurnosnih sustava izvedeni su u vatrootpotnoj klasi E60-E90. Električne instalacije projektirane su tako da se mogu lako isključiti pomoću tipkala smještenih na ulazu u objekt. Razdjelnice ploče i druge ploče s mjernim uređajima postavljaju se u ormare od negorivih materijala koji se ne nalaze na putu za evakuaciju iz objekta. U okna namijenjena za električne kabele nisu postavljene druge instalacije. Prodori kroz zidove i stropove na granici požarnog sektora brtvljeni su s negorivim materijalima i elementima klase otpornosti na požar kao i konstrukcije kroz koje prolaze. [16]

U garaži, na razini -1 izgrađena je trafostanica 10(20)/0,4 kV, 1x2000 kVA sa suhim transformatorima. U skladu s pravilnikom o temeljnim zahtjevima za ZOP elektroenergetskih postrojenja i uređaja od ostatka objekta trafostanica se treba odvojiti elementima otpornosti na požar F90 minuta. Trafostanica se mora odvojiti u zaseban požarni sektor elementima otpornim na požar F180 minuta. Kako se

predmetna trafostanica nalazi u sklopu visokog objekta ista je od ostatka građevine odvojena konstrukcijom otpornom na požar F180 minuta. Vrata na granici požarnog sektora, okrenuta su prema vanjskom prostoru, a ista su otporna na požar 90 minuta, zbog spoja u uglu sa požarnim sektorom agregata. Prodori kroz zidove i stropove na granici požarnog sektora brtvljeni su s negorivim materijalima i elementima klase otpornosti na požar kao i konstrukcije kroz koje prolaze. Na udaljenosti manjoj od 80 i većoj od 5 metara nalaze se vanjski hidrant za potrebe gašenja trafostanice. [16]

### 5.3.2. Protupanična rasvjeta

Protupanična rasvjeta će se u slučaju nestanka električne energije napajati iz agregata (zajednički prostor) ili preko vlastitih akumulatora autonomije 90 minuta. Znakovi za usmjeravanje kretanja osoba će biti osvijetljeni izvorom svjetlosti koji na osvijetljenu površinu daje jakost svjetla od najmanje 50 lx. [16]

Sigurnosna rasvjeta će se u slučaju nestanka električne energije napajati autonomno preko baterija autonomije 120 minuta i imati će snagu od 1 luksa mjereno na podu.

### 5.3.3. Gromobranska instalacija

Zaštita od neželjenih atmosferskih pražnjenja izvedena je klasičnom gromobranskom instalacijom (Faradayev kavez – temeljni uzemljivač). Svi cjevovodi i sve metalne mase priključeni su na uzemni vod. [16]

### 5.3.4. Unutarnja i vanjska hidrantska mreža

Građevina je štićena unutarnjom i vanjskom hidrantskom mrežom, a navedena instalacija zadovoljava uvjete po pitanju tlaka i kapaciteta vode, sukladno Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06).

**Vanjska hidrantska mreža** – vanjsku hidrantsku mrežu čine nadzemni hidranti koji nisu udaljeni od građevine više od 80 m, a niti bliže od 5 m. Za potrebe gašenja

požara vanjskom hidrantskom mrežom osigurana je, sukladno Pravilniku za požarno opterećenje od  $700 \text{ MJ/m}^2$  i površinu požarnog sektora  $1000\text{-}3000 \text{ m}^2$ , količina vode od  $900 \text{ l/min}$ , odnosno  $15 \text{ l/s}$ , uz tlak ne manji od  $0,25 \text{ MPa}$ . Na obilaznom vodu oko građevine izvedeno je 4 nadzemnih hidrantskih priključaka.

**Unutarnja hidrantska mreža** – izvedena je u cijeloj građevini kao hidrantska mreža sa hidrantima  $\phi 25 \text{ mm}$  i kompletnom opremom tako raspoređenom u prostorima da je sa  $30 \text{ m}$  cijevi i  $5 \text{ m}$  kompaktnog mlaza moguće štititi svaki prostor i to sve požarne sektore barem sa jednim mlazom. Parametri u pogledu tlaka i protoka zadovoljavaju odredbe Pravilnika o hidrantskoj mreži za gašenje požara. Za potrebe unutarnje hidrantske mreže osigurana je, sukladno Pravilniku o hidrantskoj mreži za gašenje požara, za požarno opterećenje od  $710 \text{ MJ/m}^2$  količina vode ne manja od  $60 \text{ l/min}$  pri tlaku ne manjem od  $0,25 \text{ MPa}$ . Broj od 49 hidranata određen je na način da se cjelokupni prostor, koji se štiti, pokriva mlazom vode, imajući u vidu da duljina cijevi iznosi  $30 \text{ m}$ , a duljina kompaktnog mlaza  $5 \text{ m}$ . Hidrantska mreža snabdijeva se vodom iz gradskog vodovoda koji ima dovoljni kapacitet, a tlak se nadopunjava pomoću protupožarne hidrostanice. Hidrostanica je smještena u posebnom prostoru u podrumu na razini -1 koji je izveden kao zaseban požarni sektor otpornosti na požar F 90. [16]

#### 5.3.5. Sprinkler stanica za automatsko gašenje požara

Sprinkler instalacijom štiti se prostor garaže i popratnih prostorija, osim prostora koje je dozvoljeno izuzeti iz sprinkler zaštite sukladno VdS propisima za projektiranje i izvođenje sprinkler instalacija. Prostorija sprinkler stanice nalazi se u zasebnoj prostoriji na razini -2 i namijenjenoj posebno za sprinkler stanicu. Osigurana je od smrzavanja i ima odgovarajuće osvjjetljenje. Uz sprinkler stanicu smješten je i bazen sa požarnom vodom korisnog volumena  $V = 88,8 \text{ m}^3$ , zatim kanalizacijski priključak u betonskoj kadi, priključak el. energije  $18 \text{ kW}$ ,  $400 \text{ V}$ , tri šuko utičnice  $230 \text{ V}$ , servisna šuko utičnica  $230 \text{ V}$ , telefonska linija spojena na mjesto 24-satnog dežurstva i rasvjeta. Požarna signalizacija se spaja na vatrodojavnu centralu u sprinkler stanici te se putem digitalnog komunikacijskog modula prosljeđuje na mjesto 24-satnog

dežurstva. U sprinkler stanici nalaze se dva "SUHA" sprinkler ventila DN100: (slika 12., 13. i 14.)

- sprinkler ventil br. 1 SUHI – štite se garažni prostori na razini -1
- sprinkler ventil br. 2 SUHI – štite se garažni prostori na razini -2

Na ulaznim vratima predviđen je natpis "SPRINKLER VENTILSKA STANICA".

Alarmna zvona smještena su na zidu sprinkler stanice prema garaži, koja hidrauličkim putem daju intenzivan zvučni alarm u slučaju prorade sprinklera. Na zidu pored ulaznih vrata u sprinkler ventilsku stanicu nalazi se ormarić za čuvanje ključa ("keygurad"). Njegova je svrha da registrira svaku neovlaštenu upotrebu ključa. Na zidu rampe za izlaz podzemne garaže nalazi se ormarić sa dvije stabilne "B" ( $\phi 75$  mm) spojke, preko kojih se može priključiti vatrogasno vozilo direktno na sprinkler instalaciju. Izveden je priključak sprinkler instalacije na preljevni betonski bazen volumena  $88,8 \text{ m}^3$  vode. Preljevni bazen se u slučaju prorade sprinklera nadopunjava preko dva ventila s plovkom DN50. Na preljevni bazen spojene su glavna i rezervna sprinkler pumpa tipa Grundfos Fire NKF 65-200/170 (15 kW) karakteristika  $Q = 86,6 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $H = 28 \text{ m}$ . Tlak u sprinkler kolektoru održava Jockey pumpa tipa GRUNDFOS CR 3-12(1,1 kW). Budući da sprinkler uređaj treba  $1443,2 \text{ l/min}$  odnosno  $86,6 \text{ m}^3/\text{h}$ , razlika vode za 60 minutno gašenje će se akumulirati u preljevnom spremniku  $V = 88,8 \text{ m}^3$ . Priključak za vatrogasno vozilo koristi se kao pomoćni izvor vode. Pomoćni izvor vode koristi se u slučaju kvara, odnosno ispada preljevnog bazena. Izvedene su dvije stabilne storz spojnice tipa "B" kraj ulazne rampe, gdje je dostupan prilaz vatrogasnom vozilu. [16]





Sl. 12. Cjevovodi sprinklerske stanice [16]



Sl. 13. Sprinklerska stanica se dva "SUHA" sprinkler ventila [16]



javljačima), kontinuiranog nadgledanja, provjere i obrade povratne informacije svakog javljača u sustavu (status javljača – aktivan, neispravan itd.) i adekvatnim programom s razrađenim scenarijima potrebnih akcija (neophodne radnje pri različitim statusima javljača, davanje komandi, provjera i indikacija statusa priključenih javljača, uređaja, vatrodojavnih petlji i sl.). U objektu su štićena sva područja definirana člankom 25. i 26. Pravilnika o sustavima za dojavu požara (NN 56/99). Područje nadzora u cjelokupnom objektu obuhvaća sve prostore na svim etažama, bilo da su prostori javni, uredski ili tehnološki. Prostori koji nisu uključeni u područje nadzora su: sanitarni čvorovi bez spremišta, stubišta bez požarnog opterećenja koja čine zaseban požarni sektor i međuprostori spuštenih stropova visine do 0,8 m kojima ne prolaze trase kablskih kanala i vodovi sigurnosnih uređaja. [16]

Na aktiviranje sustava za dojavu požara automatski se:

- dovode u zatvoreni položaj protupožarne zaklopke instalirane u kanalima ventilacije na granicama sektora te se isključuje ventilacija
- aktivira uređaj za prisilno odimljavanje tampon zona (zapornica) u garaži
- aktivira odimljavanje stubišta
- aktivira se požarni režim rada dizala
- požarni režim rada kliznih evakuacijskih vrata
- proslijeđuje signal greške, prorade i alarma sprinkler ventila.



Sl. 15. Vatrodojavna centrala Siemens Sinteso FC2060 [24]



Sl. 16. Tehnička soba za nadzor svih sustava [24]



Sl. 17. Zvučna i svjetlosna signalizacija [24]



Sl. 18. Detektor požara [24]

### 5.3.7. Protupožarne zaklopke

Sustav klimatizacije, ventilacije i odsisne ventilacije koncipirani su prema cjelinama građevine. Svi dijelovi sistema za klimatizaciju i ventilaciju izvode se od negorivog materijala (klasa A – DIN 4102) s glatkim unutarnjim površinama bez istaknutih dijelova na kojima bi se mogla sakupljati masnoća ili prljavština. Na mjestima gdje kanali prolaze kroz zidove i stropove, prostor između kanala i zidova odnosno stropova, zabrtvljeni su negorivim brtvilom radi zaštite prodora vatra ili dima. Otpornost protiv požara zidova i stropova kroz koje prolaze klimatizacijske i ventilacijske instalacije osiguravaju se protupožarnim zaklopkama. Zaklopke se u uvjetima požara automatski zatvaraju i sprječavaju prijenos požara iz jednog požarnog sektora u drugi. ( slika 19.) Zaklopke sprječavaju prolaz dima i požara kroz zid ili strop i onda kada su priključeni kanali zbog požara već uništeni. Na mjestima ugradnje zaklopki izvedeni su kontrolni otvori za potrebe održavanja i funkcionalnog ispitivanja. Zaklopke su vatrootpornosti F90 minuta prema DIN-u 4102, opremljene elektromotornim pogonom i termičkim okidačem, te indikatorom položaja klapne i spojene su na sustav vatrodojave objekta. Postoji mogućnost i ručnog aktiviranja zaklopki (u svrhu ispitivanja) na upravljačkim ormarima zaklopki koji se nalaze u strojarnici na 8. katu. Vatrodojavna centrala dojavljuje selektivne signale požara na podstanice, a podstanice zatvaraju PP zaklopke, signaliziraju njihovo stanje i isključuju pripadne ventilacijske i klima uređaje. Upravljanje PP zaklopki se vrši grupno po požarnim sektorima ili etažama, a signalizacija otvorenog i zatvorenog položaja pojedinačno po svakoj PP zaklopki. [16]





Sl. 19. Protupožarna zaklopka [24]

#### 5.3.8. Sustav za detekciju zapaljivih plinova i para

Stabilnim sustavima za detekciju zapaljivih plinova i para štiti se kotlovnica smještena na krovu građevine u svrhu alarmiranja pojave povećane koncentracije zapaljivih plinova i para (zemni plin). Automatska dojava alarma prosljeđuje se na centralni plinodjavni uređaj smješten u prostoriji 24 satnog dežurstva. (slika 20. i 21.) Sustav detekcije zapaljivih plinova i para sastoji se od upravljačko – mjernog uređaja s alarmom i četiri detektora raspoređena po kotlovnici. [16]



Sl. 20. Upravljačko mjerni uređaj s alarmom i detektorom plina [24]



Sl. 21. Svjetlosna signalizacija opasnosti visoke koncentracije CO [24]



#### 5.3.9. Sustav za odimljavanje stubišta i odvođenje dima i topline

Komunikacijska stubišta bez vanjskih prozora, a koja služe kao evakuacijski putovi za slučaj izbijanja požara, smještene su na podzemnim etažama u prostoru garaže i opremljena su pretlačnim sustavima ventilacije radi ventiliranja njihovih tampon – zona - predprostora stubišta, i to: stubišta 1 (ODD1.-1 i ODD1.-2), stubišta 2 (ODD2.-1 i ODD2.-2), stubišta 3 (ODD3.-1 i ODD3.-2) i stubišta 4 (ODD4.-1 i ODD4.-2), podrumске etaže.

Pretlačni sustav ventilacije sačinjava kanalni razvod dobavnog vanjskog svježeg zraka i kanalni razvod za odvod zraka. Predviđeno je da svaki od gore navedenih sustava ima svoj zasebni tlačni i odsisni ventilator. [16]

#### 5.3.10. Sustav za detekciju ugljičnog monoksida

Stabilnim sustavom za detekciju ugljičnog monoksida (CO) štite se prostori nivoa -1 i -2 garaže u svrhu alarmiranja pojave povećane koncentracije CO. Automatska dojava alarma prosljeđuje se na centralu koja je smještena u prostoriji 24 satnog dežurstva. Porastom koncentracije CO uključuju se mlazni potisni ventilatori u zoni u kojoj je došlo do povećanja koncentracije CO. Ukoliko osjetnici CO osjete zagađenje od 50 ppm, sustav pali ventilator(e) u nižoj brzini. Stvaranjem indukcije zraka, miješanjem i potiskivanjem prema odsisnim ventilatorima smanjuje se koncentracija CO u toj zoni i ventilatori prestaju s radom. Ukoliko do povećanja koncentracije CO dođe u više zona istovremeno, paliti će se odgovarajući broj potisnih ventilatora kao i glavni odsisni ventilatori, prvo u nižoj, a ukoliko osjetnici CO osjete zagađenje od 150 ppm i u višoj brzini. Ukoliko zagađenje prijeđe gornju granicu, pale se svi ventilatori u višoj brzini kao i svjetlosni i zvučni signali koji upozoravaju vozače da isključe motore motornih vozila dok se zagađenje ne smanji. Mlaznim potisnim ventilatorima osigurava se smanjenje koncentracije CO stvaranjem indukcije zraka te njegovim miješanjem unutar prostora garaže i potiskivanjem zraka prema odsisnim ventilatorima. Na taj način se u najkraćem mogućem vremenu smanjuje koncentracija CO u garaži, a zagađeni zrak izbacuje iz prostora garaže. [16]

## 5.4. Numeričke analize požarne ugroženosti

Požarna ugroženost za građevinu postoji u opasnosti da nastanu veća oštećenja, tj. razaranja konstrukcije građevine. Ta požarna ugroženost procjenjuje se dvama faktorima koji djeluju suprotno jedan drugome, a to su: intenzitet trajanja požara i otpornost nosivih dijelova građevine.

Požarna ugroženost sadržaja građevine predstavlja opasnost za ljude i imovinu u građevini. Obje požarne ugroženosti međusobno su povezane, jer uništenje građevine obično uzrokuje i uništenje njezina sadržaja, a jakost požara nastala jer se zapalio sadržaj građevine koji obično predstavlja glavnu opasnost za građevinu.

### 5.4.1. Utjecajni faktori korišteni pri proračunu požarne ugroženosti

Prilikom numeričke analize požarne ugroženosti prema EUROALARM-u korišteni su pojedini faktori koji su određeni ili izračunati na temelju pojedinih svojstava same građevine i tehnološkog procesa rada. (tablica 5.) Tablice koje su poveznica tablici 6 nalaze se unutar ovog poglavlja na stranicama 55., 58., 59., 60. i 62. Požarna ugroženost građevine "UG" izračunava se korištenjem prethodno određenih faktora uz primjenu slijedeće formule:

$$UG = \{ ((Q_m \times C) + Q_1) \times B \times L / W \times R_1 \} \quad (2)$$

Požarna ugroženost sadržaja "US" izračunava se korištenjem prethodno određenih faktora uz primjenu slijedeće formule:

$$US = \{ H \times D \times F \} \quad (3)$$

Tabl. 5. Faktori pri analizi požarne ugroženosti po EUROALARMU [16]

Redni broj	Oznaka	Opis
1.	UG	Požarna ugroženost građevine
2.	G <sub>m</sub>	Faktor za mobilnu požarnu opterećenost

3.	<b>C</b>	<b>Faktor za izgorivost</b>
4.	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Faktor za imobilnu požarnu opterećenost</b>
5.	<b>B</b>	<b>Faktor za položaj i veličinu požarnog sektora</b>
6.	<b>L</b>	<b>Faktor kašnjenja gašenja</b>
7.	<b>W</b>	<b>Faktor za otpornost protiv požara nosivih građevinskih dijelova</b>
8.	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>Faktor za smanjenje požarne ugroženosti</b>
9.	<b>US</b>	<b>Požarna ugroženost sadržaja</b>
10.	<b>H</b>	<b>Faktor ugroženosti ljudi</b>
11.	<b>D</b>	<b>Faktor ugroženosti imovine</b>
12.	<b>F</b>	<b>Faktor zadimljenja</b>

Tabl. 6. Opis utjecajnih faktora [16]

<b>Faktor</b>	<b>Opis</b>
<b>G<sub>m</sub></b>	Faktor za mobilnu požarnu opterećenost za koji se kao mjera obično uzima kg drva/m <sup>2</sup> ili MJ/m <sup>2</sup> . Vrijednost treba ili izračunati, ocijeniti ili je pronaći u tablicama približnih vrijednosti za razne vrste korištenja (tablica 1). Tada se na efektivnoj požarnoj opterećenosti odredi ponderirana numerička vrijednost Q <sub>m</sub> .
<b>C</b>	Faktor izgaranja – razlikuje se šest kategorija izgaranja, od kojih tri predstavljaju veću izgorivost i brzinu izgaranja od one koju pokazuje isječeno drvo. Za drvo je određena vrijednost 1, a za ostale kategorije uvode se stupnjevi od 1 do 1,6.
<b>Q<sub>1</sub></b>	Dopunska vrijednost za imobilnu požarnu opterećenost – vrijednost uzimamo iz jedne od Gretnorovih tablica, u kojoj su svrstani tipovi građevina u pogledu protupožarne tehnike s njihovim odgovarajućim vrijednostima.
<b>B</b>	Faktor položaja i veličine požarnog sektora – uzima u obzir povećanje požarne ugroženosti koje nastaje zbog otežanog pristupa za vatrogasce (suteren, katovi) i zbog mogućnosti da se požar proširi u cijelom prostoru. Uzima se iz tablice 4 gdje su obuhvaćene gdje su obuhvaćene vrijednosti faktora B određene prema postojećim propisima.
<b>L</b>	Faktor kašnjenja gašenja – obuhvaća vrijeme dolaska vatrogasne postrojbe i ustroj vatrogasne postrojbe.
<b>W</b>	Faktor za otpornost protiv požara nosivih dijelova konstrukcije – uzima u obzir smanjenje požarne ugroženosti za građevinu kod veće otpornosti protiv požara

	nosivih dijelova građevine. Uzima se iz tablice 6.
<b>R<sub>1</sub></b>	Faktor smanjenja požarne ugroženosti – faktor koji smanjuje požarnu ugroženost na osnovu uvjeta koje možemo ocijeniti pogodnim s obzirom na vjerojatnost nastanka i razvijanja požara. Požarnu ugroženost, npr. smanjuje dobar pristup za gašenje, kod malih jednoetažnih hala i mogućnost efikasnog odvoda topline. Uzimamo ga iz tablice br. 7.
<b>H</b>	Faktor ugroženosti ljudi – uzimamo iz tablice broj 8, a ovisi o broju ljudi koji borave u građevini, koliko dugo u građevini borave, u kakvom su stanju, te koliko je izvedeno izlaza za evakuaciju i sl.
<b>D</b>	Faktor ugroženosti imovine – uzima u obzir koncentraciju vrijednosti i mogućnosti da se stvari ponovno nabave (kulturna dobra, gubici koji ugrožavaju egzistenciju i dr.), te uništivost stvari. Uzimamo ga iz tablice broj 9.
<b>F</b>	Faktor zadimljenja – obuhvaća djelovanje zadimljenja na ljude i imovinu koje povećava ugroženost ljudi i imovine. Uzimamo ga iz tablice broj 10.

#### 5.4.2. Numerička analiza požarne ugroženosti za prostor podzemne garaže

Numerička analiza požarne opasnosti izrađena je na temelju austrijskih smjernica TRVB 100 i EUROALARM. Svrha ovih smjernica je osiguranje jedinstvenog stava u procjeni ugroženosti uz korištenje faktora svojstvenih specifičnostima pojedinih radnih procesa.

##### **Numerička metoda Euroalarm** (tablica 7.)

Za analizu požarne ugroženosti podzemne garaže (slika 22.) dat je zbir i pregled podataka s obzirom na vrijednost vatrootpornosti protiv požara konstruktivnih elemenata građevine unutar požarnog sektora (PS) i potrebnih mjera zaštite od požara iz dijagrama potrebnih mjera za smanjenje ugroženosti od požara s time da su predviđene slijedeće potrebne mjere zaštite od požara:

- 1.1a** Nije potrebna ugradnja sustava za dojavu požara (ako je UG ili US manji od 1
- 2** Potreban je automatski sustav za gašenje požara. Sustav za dojavu požara ne odgovara požarnoj ugroženosti.
- 3** Potreban je sustav za dojavu požara. Sustav za dojavu požara ne odgovara požarnoj ugroženosti.
- 4** Potrebna je dvostruka zaštita. Ako se ne izabere dvostruka zaštita treba paziti na granicu: područje 4a – automatski sustav za gašenje; područje 4b – sustav za dojavu požara.

**5** Potrebna je dvostruka zaštita – sustav za dojavu požara i automatski sustav za gašenje požara.

Tabl. 7. Numerička metoda Euroalarm za analizu požarne ugroženosti podzemne garaže [3]

Numerička metoda za analizu požarne ugroženosti "EUROALARM"		
Požarni sektor	D1 do D8	dizala, podrum -2 do 8.kat
Površina sektora (m2)	10	
Izračun požarne ugroženosti građevine "UG"		
Faktor za mobilnu požarnu opterećenost	Qm	1
Faktor za izgorivost	C	1,2
Faktor za imobilnu požarnu opterećenost	Qi	0
Faktor za položaj i veličinu požarnog sektora	B	1,6
Faktor kašnjenja gašenja	L	1,1
Faktor vatrootpornosti nosivih građevinskih elemenata	W	1,6
Faktor za smanjenje požarne ugroženosti	R1	1,3
$UG = (((Qm \times C) + Qi) \times B \times L) / W \times R1 =$		1,015385
Izračun požarne ugroženosti sadržaja "US"		
Faktor ugroženosti ljudi	H	2
Faktor ugroženosti imovine	D	1
Faktor zadimljenja	F	1,5
$US = H \times D \times F =$		3
Protupožarne mjere:		
<p>Potreban je automatski sustav za dojavu požara.</p> <p><b><u>Izvedeno:</u></b></p> <p>Izveden je automatski sustav za dojavu požara.</p>		



Sl. 22. Podzemna garaža [24]

**Numerička metoda TRVB 100** (tablica 8. i 9.)

Za izračun požarne ugroženosti podzemne garaže upotrebljena je navedena metoda kako bi se izračunala specifična opasnost od požara umnoškom određenih faktora. Izračunom umnoška zaštitne vrijednosti uređaja za zaštitu od požara (S) i vatrootpornosti nosivih građevinskih konstrukcija građevine ili požanog sektora (F) dobi se brojka prema kojoj se svrstava predmetni prostor u klasu vatrootpornosti sa potrebnim mjerama.

Tabl. 8. Izračun požarne ugroženosti prema TRVB 100 [3]

Garaža				Požarni sektor: G			
Površina požarnog sektora: $P = 9228 \text{ m}^2$		Širina sektora:		Geometrija požarnog sektora:		G	
		b1= 0,0		G= $P \times b_1$		0	
		b2= 65,8		G= $P \times b_2 \times 1,5$		910803,6	
Tip zgrade: 04		b1-pristup požarnom sektoru sa tri i više strana b2-pristup požarnom sektoru sa manje od tri strane					
Faktori za određivanje kategorije i požarnog opterećenja uzeti su iz Austrijskih smjernica TRVB-100 (1987) za dotičnu aktivnost pod rednim brojem 10 "autogaraže"							
Faktor	Faktor	Faktor	Požarno opterećenje	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor
intervencije javne vatrogasne postrojbe	potencijalne opasnosti nastanka požara	ugroženosti osoba	nisko	zapaljivosti materijala	zadimljavanja	korozije produkata izgaranja u požaru	visine sektora (ispod/iznad nivoa zemlje)
			$q_i = 0$				
			$q_m = 200$				
			$q_{uk} = 200$				
<b>E</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>C</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>H</b>
0,83	0,85	1	1	1,4	1,2	1,2	1,85
B - faktor specifične otpornosti od požara							
<b>B = E x A x P x Q x C x R x K x H</b>					<b>B = 2,6312328</b>		
<b>Izračunavanje umnoška S x F</b>							
S-zaštitna vrijednost uređaja za zaštitu od požara							
F-vatrootpornost nosivih građevinskih konstrukcija građevine ili požarnog sektora							
Nije izveden uređaj za odvod dima i topline	konstanta	k1 = 442000	<b>S x F = (G+k1) x B/k2</b>			<b>S x F</b>	<b>5,69526593</b>
	konstanta	k2 = 625000					
Izveden uređaj za odvod dima i topline	konstanta	k1 = 603000	<b>S x F = (G+k1) x B/k2</b>			<b>S x F</b>	<b>0</b>
	konstanta	k2 = 833000					
Klasa vatrootpornosti postojećih građevinskih elemenata <b>F 90</b>		Protupožarna zaštita sa uređajima za odvod dima i topline				<b>Primjedbe:</b>  Izvedeno S5 - automatski sustav za gašenje požara tipa sprinkler	
		nepostojećim		postojećim			
		<b>S5, S4</b>					
		<b>S x F = 5,695265927</b>					
Izračun izradila:		Katarina Pavlič					

Tabl. 9. Pregled utjecajnih faktora pri analizi požarne ugroženosti po TRVB-u [3]

Oznaka	Opis
<b>G</b>	Geometrija požarnog sektora
<b>k1</b>	Konstanta
<b>k2</b>	Konstanta
<b>E</b>	Faktor intervencije vatrogasne postrojbe
<b>A</b>	Opasnost aktiviranja
<b>P</b>	Ugroženost osoba
<b>Q</b>	Požarno opterećenje
<b>C</b>	Ugroženost od požara
<b>R</b>	Opasnost od zadimljenja
<b>K</b>	Opasnost od korozije
<b>H</b>	Visina požarnog sektora
<b>B</b>	Specifična opasnost od požara
<b>S</b>	Zaštita vrijednosti protupožarnog uređaja
<b>F</b>	Otpornost protiv požara građevinskih konstrukcija

Opis utjecajnih faktora je sljedeći:

**G** Faktor G – geometrija požarnog sektora, određen je na temelju površine požarnog sektora vatrogascima te postojanje ili nepostojanje otvora ili proboja među katovima. U svrhu izračunavanja faktora G potrebno je odrediti površinu svakog požarnog sektora P. Obzirom da požarni sektor nije dostupan vatrogascima barem sa tri strane brojčana je vrijednost faktora G identična površini požarnog sektora umnožena za širinu požarnog sektora i umnožena za 1,5. Ukoliko je pristup vatrogascima omogućen sa tri ili više strana faktor G se dobije umnoškom površine požarnog sektora i širine sektora.

**k1** Faktor k1 – određen je iz tablice na temelju postojanja ili nepostojanja uređaja za odvodnju dima i topline (BRE-uređaj). Ukoliko takav uređaj nije izveden iz tablice je određena vrijednost faktora k1 od 442.000.

**k2** Faktor k2 – određen je kao konstanta na temelju postojanja ili nepostojanja uređaja za odvodnju dima i topline (BRE-uređaj). Ukoliko takav uređaj nije izveden iz tablice je određena vrijednost faktora k2 od 625.000.

**E** Faktor E – akcioni faktor javne vatrogasne postrojbe određen je iz tablice na temelju veličine udaljenosti predmetnog objekta od profesionalne vatrogasne postrojbe, odnosno dobrovoljnog vatrogasnog društva koja imaju dežurnu centralu dnevno 0-24 h.

**A** Faktor A – opasnost aktiviranja određen je na temelju tablice kao funkcija kategorije određene prema smjernicama TRVB 125 koji klasificira radne procese.



**P** Faktor P – ugroženost osoba određen je na temelju tablice kao funkcija kategorije određene prema smjernicama TRVB 125 koji klasificira radne procese.

**Q** Faktor Q – požarno opterećenje određuje se na temelju tablice kao funkcija zbroja mobilnog i imobilnog požarnog opterećenja.

**C** Faktor C – ugroženost od požara određen je na temelju tablice kao funkcija kategorije prema smjernicama TRVB 125 koji klasificira radne procese.

**R** Faktor R – opasnost od zadimljenja određen je iz tablice kao funkcija određene kategorije prema smjernicama TRVB 125.

Ukoliko je R (-) onda vrijednost faktora iznosi 1,00, a ukoliko je R (+) onda vrijednost faktora iznosi 1,20.

**K** Faktor K – opasnost od korozije određena je na temelju tablice kao funkcija kategorije prema smjernicama TRVB 125 koji klasificira radne procese.

Ukoliko je K (-) onda vrijednost faktora iznosi 1,00, a ukoliko je K (+) onda vrijednost faktora iznosi 1,20.

**H** Faktor H – visina sektora.

Izračunavanje faktora B

Faktor B – specifična opasnost od požara izračunava se korištenjem prethodno određenih faktora uz primjenu slijedeće formule:

$$B = E \times A \times P \times Q \times C \times R \times K \times H$$

Izračunavanje umnoška S x F

Umnožak S x F na temelju kojeg se određuju potrebne mjere zaštite od požara izračunava se korištenjem formule:

$$S \times F = (G + k_1) \times B / k_2$$

Na osnovu proračuna i numeričke analize po TRVB 100/1997 u slijedećoj tablici (tablici 10) dat je zbir i pregled činjeničnih podataka po požarnim sektorima obzirom na najmanju vrijednost otpornosti protiv požara konstruktivnih elemenata građevine unutar požarnog sektora (PS) i potrebnih mjera zaštite od požara iz dijagrama s time da su predviđene slijedeće posebne mjere zaštite od požara.

Mjere zaštite od požara

S0 Nisu potrebne posebne mjere zaštite od požara.

- S1 Za vrijeme radog vremena odmah spremna za akciju vatrogasna postrojba u gospodarstvu.
- S2 Vatrogasna postrojba sa stalnom službom dežurstva od 0-24h.
- S3 Automatska vatrodojava, čija je centrala dežurna dnevno od 0-24.
- S4 Automatska vatrodojava s priključkom na neku vatrogasnu postrojbu sa stalnom dežurnom službom od 0-24h.
- S5 "sprinkler" – uređaj (ili drugi uređaj za automatsko gašenje požara).

Tabl. 10. Pregled rezultata numeričke analize TRVB-u i potrebne posebne mjere [3]

Požarni sektor	S x F	F<30 – F90	Potrebne posebne mjere	Izvanredno
Garaža (G)	5,69	F 90	S5, S4	S5

Za sektor G – garaža numeričkom analizom dobiven je stupanj S5 + S4, tj. automatski sustav za gašenje požara – sprinkler i sustav za automatsku dojavu požara s automatskim prosljeđivanjem alarma. Za predmetnu građevinu izdana je potvrda glavnog projekta klase: 361-03/2009-01/198; ur. broj: 251-13-22/108-10-8, Zagreb, 8. ožujka 2010. godine i uporabna dozvola klasa: UP/I-361-05/11-01/244; ur. broj: 251-13-22/108-12-6, Zagreb, 6. veljače 2012. godine. Prema odobrenoj tehničkoj dokumentaciji od strane Gradskog ureda za prostorno uređenje, izgradnju grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, Odjel za graditeljstvo – Središnji odsjek za graditeljstvo, predviđeni su automatski sustav za gašenje požara – sprinkler i ručna dojava požara sukladno američkim smjernicama NFPA 88A te se po tom osnovu smatra daje u garaži izveden odgovarajući sustav zaštite od požara.

Numerička analiza požarne ugroženosti nije vršena za sektore stubišta i zapornica s obzirom da je u istim prostorima mogućnost nastajanja požara i zbog činjenice da je mobilno i imobilno požarno opterećenje u navedenim sektorima jednako nuli.

Na osnovu proračuna i numeričke analize po metodi EUROALARM i TRVB 100 dat je zbir i pregled činjeničnih podataka po požarnim sektorima obzirom na najmanju vrijednost otpornosti protiv požara konstruktivnih elemenata građevine unutar požarnog sektora i potrebnih mjera zaštite od požara iz dijagrama potrebnih mjera za smanjenje ugroženosti od požara, s time da su predviđene slijedeće potrebne mjere zaštite od požara.

## 6. ZAKLJUČAK

Građevinske mjere zaštite od požara (pasivne i aktivne) provode se prilikom adaptacije, rekonstrukcije ili gradnje objekata. Primarna svrha im je zaštita osoba koje se nalaze u građevini i građevinskim dijelovima, osiguranje da korisnici mogu neozlijeđeno napustiti građevinu, lokaliziranje i sprječavanje širenja požara, očuvanje vrijednosti i dobara u građevini i očuvanje samih građevina i njihovih dijelova. Pravilnim odabirom građevinskih materijala, izvedbom elemenata građevinskih konstrukcija znatno se smanjuje rizik.

Pored poduzetih građevinskih mjera zaštite vrlo je važna i obuka ljudi kao i dobra suradnja sa svim institucijama. Ispravnim postupanjem, znanjem i raspoloživim tehničkim sredstvima djeluje se kako bi se otklonila ili smanjila opasnost od požara na najmanju moguću mjeru.

Zakonske regulative u području zaštite od požara redovno se unapređuju. Iako se i dalje često koriste preuzete dokumentacije iz starog sustava (JUS) kao i austrijski (TRVB) i američki (NFPA) propisi te svakodnevna pravila podliježu stalnom mijenjanju i nadopunjavaju, donose se novi zakoni, pravilnici i tehnički propisi u skladu sa propisima Europske unije i novim tehnološkim dostignućima.

Procjena ugroženosti od požara je postupak utvrđivanja razine ugroženosti od požara i/ili tehnološke eksplozije izaštitnih mjera. Za izradu procjene ugroženosti primjenjuju se hrvatske numeričke metode ili (u njihovom nedostatku) u svijetu prihvaćene numeričke metode (TRVB 100, Euralarm, Gretener, DOW Index i slične), kao i preuzete norme s obveznom primjenom koje uređuju to područje.

Metode se mogu koristiti isključivo za one građevine i postrojenja na način i kako je to predviđeno samom metodom i praksom u zemljama u kojima se primjenjuju. Primjena jedne ili više izabranih metoda obvezatna je u cijelosti. Procjena ugroženosti može sadržavati i prijedlog mjera čijim bi se provođenjem postiglo povoljnije rješenje zaštite od požara i eksplozija za vlasnika ili korisnika građevine, a zadržala ista ili veća razina zaštite.

Plan zaštite od požara predstavlja operativni plan kojim se razrađuje i regulira način postupanja u slučaju požara ili tehnološke eksplozije i definiraju svi bitni tehnički elementi presudni za uspješnu akciju gašenja požara. Obzirom da je taktika gašenja požara vrlo složen zadatak, te da zahtijeva vrlo brzo donošenje pravilne odluke kako i s kojim sredstvima treba gasiti nastali požar, a u namjeri da se olakša uočavanje svih elemenata bitnih za provođenje akcije gašenja požara predmetni plan je izrađen u kombinaciji tekstualno-grafički, za objekte i prostore u kojima se može očekivati požar ili eksplozija.

Dobivene mjere zaštite od požara Poslovnog centra Heinzelova su niže od ugrađenih protupožarnih elemenata. Vrijednost navedenih faktora, a na osnovu klasifikacije radnog procesa, proračunatog požarnog opterećenja i visine sektora, uzete su se iz tablica računski faktori kojima su dobivene mjere zaštite od požara. Detaljnim proračunima dobiveni su rezultati kojima je pokazano da na pojedinim sektorima nema požarne opasnosti dok na pojedinim mjestima postoji opasnost od nastanka požara šireg razmjera. Projektom i vizualnim pregledom uočeno je da su postavljene protupožarne mjere S4 i S5, odnosno 4a, 4b i 5 na svim vatroopasnim područjima te da nema mogućnosti prelaska požara iz jednog u drugi požarni sektor.

## 7. LITERATURA

- [1] **Ministarstvo unutarnjih poslova RH:** Pravilnik o izradi procjene ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije, izdan 04.05.1994.
- [2] **Hrvatska vatrogasna zajednica:** Procjena ugroženosti od požara i tehnološke eksplozije, Internet stranica, <http://www.hvz.hr/procjena-ugrozenosti-od-pozara-i-tehnoloske-eksplozije/>, pristupljeno dana 26.05.2019.
- [3] **Fišter Stjepan:** Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara TRVB 100, TRVB 125 i TRVB 126 s obrazloženjem, Zagreb, 1997. godina, ISBN 953-6385-06-6
- [4] **Arandelović I., Rajić R., Savanović M.:** PT Tehnički propisi, Postupci za procjenu rizika od požara, Internet stranica, <https://doi.org/10.24094/ptc.017.29.2.24>, pristupljeno dana 01.06.2019.
- [5] **Leš D., Merćep M., Brlečić D.:** Metode izračuna požarnog rizika, Novi pristup numeričkoj analizi požarne ugroženosti, Časopis Građevinar, 02/2016.
- [6] **Ministarstvo unutarnjih poslova RH:** Pravilnik o planu zaštite od požara, izdan 04.05.2012.
- [7] Pravilnik o razvrstavanju građevina, građevinskih dijelova i prostora u kategorije ugroženosti od požara (NN 062/1994)
- [8] **Todorovski Đ.:** Kolegij „Sustav vatrodjave i gašenje“, PowerPoint prezentacija, Veleučilište u Karlovcu, 2019.
- [9] **Leksikografski zavod Miroslav Krleža:** Protupožarna zaštita, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=50782>, Internet stranica, pristupljeno dana 29.06.2019.
- [10] **Građevinska protupožarna zaštita,** PowerPoint prezentacija, NADING d.o.o., Zagreb, 2015.
- [11] **Republika Hrvatska:** Pravilnik o zaštiti od požara, 2012. Godina
- [12] **VATROSPAS:** Vatrogasni aparati i oprema, <https://www.google.com/search?q=slike+vatrogasni+aparati&tbm>, Internet stranica, pristupljeno dana 29.06.2019.
- [13] **Pavlić K.:** Vježba evakuacije i spašavanja, korištenje vatrogasnih aparata, Zagreb, 2019.
- [14] **Ministarstvo unutarnjih poslova RH:** Pravilnik o programu i načinu

osposobljavanja pučanstva za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom, izdan 19.08.1994.

- [15] **Inspekt d.o.o.:** Plan evakuacije i spašavanja za Auto Hrvatska d.d., izdan u Zagrebu, 2016.
- [16] **Pavlić K.:** Procjena ugroženosti od požara i tehnoloških eksplozija, Auto Hrvatska d.d., Zagreb, 2018.
- [17] **Internet pretraživač:** Poslovna zgrada Heinzelova, Internet stranica <https://www.google.com/search?q=poslovni+centar+heinzelova+slike&tbm,> pristupljeno dana 08.07.2019.
- [18] **National fire protection association:** NFPA 101, Internet stranica, <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/>, pristupljeno dana 26.05.2019.
- [19] **National fire protection association:** NFPA 88A, Internet stranica, <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/>, pristupljeno dana 26.05.2019.
- [20] Hrvatski zavod za norme: Z.CO.005, Internet stranica, <https://www.hzn.hr>, pristupljeno dana 26.05.2019.
- [21] Hrvatski zavod za norme: Z.CO.007, Internet stranica, <https://www.hzn.hr>, pristupljeno dana 26.05.2019.
- [22] **Pavlić K.:** Plan zaštite od požara, Auto Hrvatska d.d., Zagreb, 2018.
- [23] **Pastor inženjering d.d:** Zidna uputa-AUTOHRVTASKA, Zagreb, 2016
- [24] **Pavlić K.:** Arhiva fotografija, Auto Hrvatska d.d., Zagreb, 2018/2019.

## 8. PRILOZI

### 8.1. Popis simbola (korištenih kratica)

POPIS SIMBOLA	(KORIŠTENIH KRATICA)
JVP	javna vatrogasna postrojba
DVD	dobrovoljno vatrogasno društvo
VP	vatrogasna postrojba
MUR RH	Ministarstvo Unutarnjih Poslova Republike Hrvatske
K 1,2,3,4	kategorija tehnološkog postupka
UPS	neprekinuto napajanje
ZOP	zaštita od požara
TRVB	tehnička smjernica
CNUS	tehnička soba
FINA GS	financijska agencija gotovinski servisi
VdS	verband der Sachversicherer
ppm	parts per milion
CO	ugljični monoksid
H <sub>2</sub> S	sumporovodik
NO	dušični oksid
NO <sub>2</sub>	dušikov dioksid
HCN	cijanovodična kiselina
HCl	solna kiselina
NH <sub>3</sub>	amonijak
CO <sub>2</sub>	ugljični dioksid
FM 200	heptafluoropropane 200
VAP	vatrogasni aparat pirotehnički
ODT	sustav za odvođenje dima i topline nastalih u požaru
NFPA	National Fire Protection Association
HRN EN	Hrvatske norme
Ex	eksplozivne tvari
Fx	lako zapaljive tvari
VDC	vatrodojavna centrala
FM200	sredstvo za gašenje požara (heptafluoropropan (CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub> ))
NOVEC 1230	komercijalni naziv sredstva za gašenje požara

## 8.2. Popis slika

### POPIS SLIKA:

	Stranica
SI.1 Mjere zaštite od požara za pojedine klase vatrootpornosti.....	6
SI.2 Građevinska protupožarna zaštita.....	18
SI.3 Načini sprječavanja okomitog i vodoravnog prijenosa požara preko pročelja.....	21
SI.4 Preventivne mjere protupožarne zaštite.....	23
SI.5 Vatrogasni aparati.....	24
SI.6 Stabilni sustavi za gašenje požara tipa sprinkler-kombinirani (mokri i suhi)...	27
SI.7 Vježba gašenja vatrogasnim aparatom S9 punjen prahom.....	29
SI.8 Vježba gašenja vatrogasnim aparatom S9 punjen prahom.....	30
SI.9 Poslovni centar Heinzelova u Zagrebu.....	33
SI.10 Poslovni centar Heinzelova u Zgarebu.....	33
SI.11 Prikaz evakuacijskih putova izlaženja iz građevine na I. katu.....	37
SI.12 Cijevovodi sprinklerske stgance.....	45
SI.13 Sprinkler stanica sa dva "suha" sprinkler ventila.....	47
SI.14 Shema sprinkler stanice.....	48
SI.15 Vatrodojavna centrala Siemens Sinteso FC2060.....	49
SI.16 Tehnička soba za nadzor svih sustava.....	50
SI.17 Zvučna i svjetlosna signalizacija.....	51
SI.18 Detektor požara.....	51
SI.19 Požarna zaklopka.....	52
SI.20 Upravljačko mjerni uređaj s alarmom i detektorom plina.....	53
SI.21 Svjetlosna signalizacija opasnosti visoke koncentracije CO.....	53



### 8.3. Popis tablica

#### POPIS TABLICA:

	Stranica
Tabl.1 Veličina požarnih sektora u odnosu na kategoriju tehnološkog postupka i stupanj otpornosti na požar građevine.....	20
Tabl.2 Prikaz gorivih materijala uz potrebne faktore.....	21
Tabl.3 Pregled ugroženosti od izvanrednih događaja.....	31
Tabl.4 Broj zaposlnika u građevini po smjenama.....	34
Tabl.5 Faktori pri analizi požarne ugroženosti po EUROALARMU.....	55
Tabl.6 Opis utjecajnih faktora.....	58
Tabl.7 Numerička metoda Euroalarm za analizu požarne ugroženosti podzemne garaže.....	59
Tabl.8 Izračun požarne ugroženosti prema TRVB-u.....	60
Tabl.9 Pregled utjecajnih faktora pri analizi požarne ugroženosti po TRVB-u.....	61
Tabl.10 Pregled rezultata numeričke analize TRVB i potrebne posebne mjere.....	63